GRUNDZÜGE

EINER

ALLGEMEINEN

PHOTOMETRIE DES HIMMELS

VON

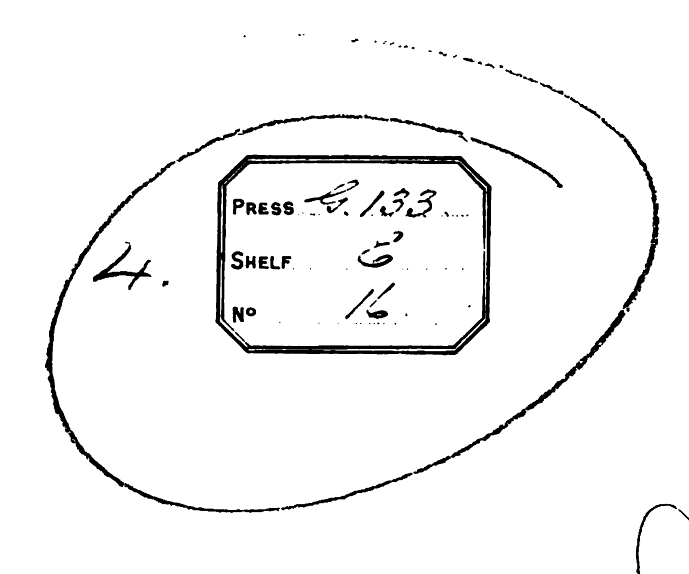
Dr. J. C. F. ZÖLLNER.

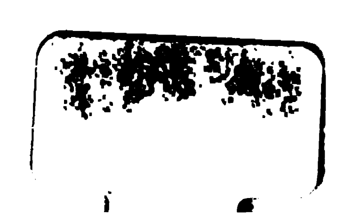
MIT 5 KUPFERTAFELN.



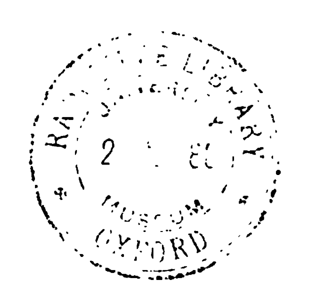
BERLIN.
MITSCHER & RÖSTELL.
1861.


600033956W


4.
PRESS G. 133
SHELF 5
No 16



PHOTOMETRIE DES HIMMELS.



GRUNDZÜGE

EINER

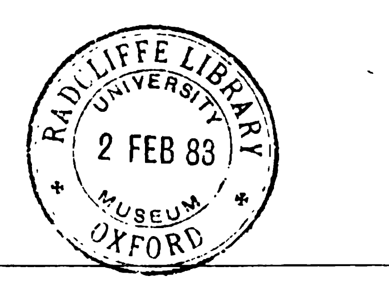
ALLGEMEINEN

PHOTOMETRIE DES HIMMELS

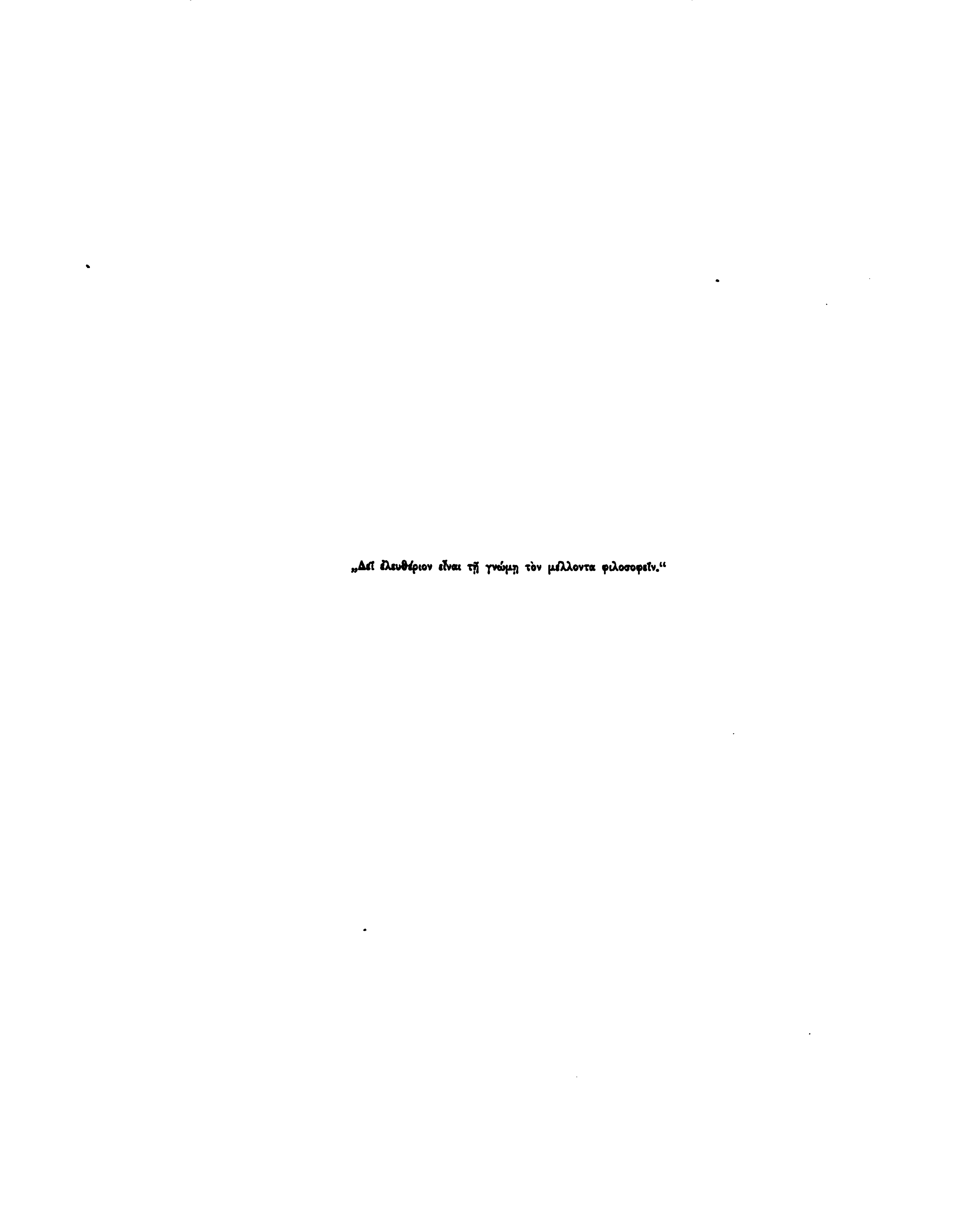
VON

DR. J. C. F. ZÖLLNER.

MIT 5 KUPFERTAFELN.



BERLIN.
MITSCHER & RÖSTELL.
1861.



„Δεῖ ἐλευθέριον εἶναι τῇ γνώμῃ τὸν μέλλοντα φιλοσοφεῖν.“

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist ihrer ursprünglichen Bestimmung nach eine Preisschrift für die von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien zuerst im Jahre 1855 ausgeschriebene, dann im Jahre 1857 wiederholte Preisaufgabe:

> „Es sind möglichst zahlreiche und möglichst genaue photometrische Bestimmungen von Fixsternen in solcher Anordnung und Ausdehnung zu liefern, dass der heutigen Sternkunde dadurch ein bedeutender Fortschritt erwächst."

Wegen nicht genügender Anzahl der photometrisch bestimmten Sterne ist der Preis weder dieser noch den anderen Concurrenzarbeiten, welche eingelaufen waren, zuerkannt worden. Indessen hat es die Commission der Preisrichter laut ihrem gedruckten Berichte vom 15. Mai 1861 den Verfassern anheimgestellt, „ob sie ihre Arbeiten nach den hiezu nöthigen mit der Akademie zu vereinbarenden Redactionen auf Kosten der Akademie und gegen das übliche Honorar in Druck gelegt sehen wollen. In diesem Falle würde jeder der Concurrenten, der auf diesen Vorschlag eingeht, seinen Namen zu nennen, und die so gedruckten Abhandlungen auf dem Titel die Bemerkung „„von der kaiserlichen Akademie publicirt"" zu tragen haben."

Im Interesse einer möglichst schnellen und vollständigen Publication meiner Arbeit habe ich indessen geglaubt, auf obiges Anerbieten verzichten zu müssen. Bis auf das veränderte Vorwort und die den Kupfertafeln vorangeschickten Erläuterungen war ich daher genöthigt alles unverändert zu lassen, was mich für die aphoristische Behandlung mancher, der eigentlichen Frage ferner liegender Gegenstände entschuldigen mag. Aus demselben Grunde habe ich mich auf keine Discussion der im astrophotometrischen Kataloge enthaltenen Beobachtungsresultate einlassen können.

Bei allen physiologisch-photometrischen Bestimmungen ist das Auge und namentlich die Netzhaut desselben als ein wesentlicher und nothwendig integrirender Bestandtheil des photometrischen Apparates zu betrachten. Vergleichsweise verhält sich hierbei die Retina zu den Lichtstrahlen wie das astatische Nadelpaar eines empfindlichen Multiplicators zu den

schwachen Strömen, welche sein Drahtgewinde durchlaufen. Sobald es sich um vergleichbare quantitative Bestimmungen des wirksamen Agens handelt, muss der Beobachter zuerst die Art und Weise kennen, in welcher sein Apparat gegen die betreffenden Einwirkungen von aussen reagirt und zu diesem Zwecke eine hierauf bezügliche Voruntersuchung anstellen.

Ebenso ist es bei photometrischen Beobachtungen, welche Ansprüche auf allgemeine Vergleichbarkeit machen sollen, durchaus erforderlich, zunächst gewisse Vorversuche anzustellen, durch welche sich die Beobachter davon überzeugen, ob ihre Augen gegenüber von Lichteindrücken gleich oder ungleich organisirt sind.

Diese Bemerkungen werden genügen, um es zu rechtfertigen, wenn die Arbeit an manchen Stellen einen mehr physiologisch-optischen als astronomischen Character trägt. Ohne Entscheidung jener Vorfragen würde indessen die ganze Astrophotometrie eine der wesentlichsten Bedingungen ihrer allgemeinen Einführung entbehren und alle photometrischen Beobachtungen vom streng wissenschaftlichen Standpunkte mehr oder weniger nur den Werth rein zufälliger, durch individuelle Einflüsse bedingter Resultate beanspruchen können.

Ich habe mich daher bemüht mit besonderer Berücksichtigung des von mir construirten Astrophotometers eine Methode ausfindig zu machen, mit deren Hülfe sich jeder Beobachter davon überzeugen kann, ob zwischen seinem und dem Auge eines andern Beobachters in der Reaction gegen Lichteindrücke Verschiedenheiten stattfinden, welche irgendwie im Stande sein können, die Uebereinstimmung ihrer photometrischen und colorimetrischen Messungen zu beeinträchtigen [1]).

Bei der grossen Wichtigkeit der oben bezeichneten Vorfragen — ganz abgesehen von ihrem speciell physiologisch-optischen Interesse — glaube ich daher, dass mir kein Vorwurf daraus gemacht werden wird, wenn ich auf die individuellen Einflüsse mit einer so grossen Ausführlichkeit und Umständlichkeit eingegangen bin.

Dass übrigens selbst die beiden Augen ein und desselben Individuums in Bezug auf Farbenempfindungen verschieden organisirt sein können, dafür geben meine eigenen Augen den besten Beweis. Die Empfänglichkeit für rothe Strahlen ist auf meinem rechten Auge geringer als auf dem linken, so dass ich mit dem ersteren alle weissen Gegenstände mit einem schwachen Stich in's Grünliche sehe [2]).

Obgleich die bisher zu astrophotometrischen Bestimmungen angewandten Instrumente im Verhältniss zu der grossen Ausdauer und Anstrengung der Beobachter nur sehr wenig

---

[1]) Die einfachste Methode, sich sowohl von der Richtigkeit des Photometers als auch von der normalen Beschaffenheit seines Auges zu überzeugen, besteht in der p. 22 angegebenen Methode der Bestimmung des Absorptionscoefficienten eines Blendglases an verschiedenen hellen Sternen. (Vgl. p. 35.)

[2]) Vgl. Poggendorff's Annalen Bd. CXI. p. 488. Aehnliche Anomalien siehe in den interessanten und umfassenden Arbeiten von Dr. Edm. Rose, Arch. f. Ophthalm. VII. 2. p. 86 und Virchow's Archiv Bd. XX.

befriedigende Resultate geliefert haben, so bin ich dennoch auf eine kurze Kritik derjenigen beiden Photometer eingegangen, welche bisher wirklich zu einer grösseren Anzahl von photometrischen Bestimmungen gedient haben. Ich war hierbei bestrebt, die wesentlichsten Umstände aufzuweisen, welche theils eine allgemeinere Anwendung, theils eine bequemere Handhabung dieser Apparate verhinderten, um hieraus zugleich diejenigen Principien abzuleiten, welche mich bei der Construction meines Astrophotometers geleitet hatten. Es kann daher selbstverständlich die besagte Kritik nur insofern den Anspruch auf Vollständigkeit machen, als die beiden ausführlicher besprochenen Photometer meines Wissens die einzigen sind, welche dem oben aufgestellten Gesichtspunkte der Kritik entsprechen [1].

Die für astrophotometrische Beobachtungen sehr ungünstige Witterung des Jahres 1860 hat mich verhindert, in mehr als 43 Nächten zu beobachten. Indessen ist es mir gelungen, während dieser Zeit 2212 einzelne Beobachtungen an Sternen anzustellen, von denen je 8 combinirt eine Genauigkeit von ungefähr 1 Procent im wahrscheinlichen Fehler des relativen Helligkeitsverhältnisses zweier Gestirne liefern.

Diese Anzahl von Beobachtungen ist indessen nur auf 226 Sterne der ersten bis sechsten Grösse [2] vertheilt worden, unter denen sehr viele mehrfach in verschiedenen Nächten beobachtet worden sind. Da ich nämlich glaubte, es würde vielleicht ein besonderes Interesse darbieten, einige quantitative Bestimmungen an bereits bekannten Veränderlichen vorzunehmen, so habe ich namentlich β mit γ Lyrae und ρ mit ω Persei in möglichst zahlreichen und verschiedenen Nächten verglichen und die dem Kataloge entnommenen Werthe am Schlusse besonders zusammengestellt.

Durchschnittlich habe ich innerhalb einer Stunde mindestens 32 einzelne Beobachtungen [3] gemacht, ohne dass ich jemals eines Gehülfen zum Ablesen der Kreise nöthig gehabt hätte; vielmehr habe ich letzteres stets mit der grössten Leichtigkeit von meinem Sitze aus selbst besorgen können, was mit Berücksichtigung der oben angegebenen Zahl der Beobachtungen für jeden unbefangenen Kritiker wohl am einfachsten und schlagendsten die sehr bequeme und sichere Handhabung meines Apparates beweisen wird.

Zur Herstellung von künstlichen Sternen im Gesichtsfelde des Photometers habe ich mich einer constanten Gasflamme bedient, welche sich, wie man an betreffender Stelle sehen

---

1) Nur durch mündliche Mittheilungen habe ich erfahren, dass Herr Professor Schwerd mit einem von ihm construirten Photometer, welches auf dem Principe der Abblendung verbunden mit zweckmässiger Aenderung der Brennweite beruht, zahlreiche Beobachtungen über das Helligkeitsverhältniss von Fixsternen angestellt hat, deren Resultate jedoch bis jetzt, soweit mir bekannt, der Oeffentlichkeit noch nicht übergeben sind.

2) Leider bin ich durch die andauernd ungünstige Witterung des vergangenen Jahres daran gehindert worden, ein stärkeres Objectiv anzuwenden, welches ich erst Ende November v. J. erhielt und mit dessen Hülfe sich noch bequem Sterne der siebenten bis achten Grösse photometrisch bestimmen liessen. (Vgl. p. 16.)

3) Vgl. die Copie der Originalbeobachtungen.

wird, in einfacher und bequemer Weise mit dem Apparate verbinden lässt. Die Bedenken, welche mir von manchen Seiten gegen diese Art der Erzeugung einer für gewisse Zeit unveränderlichen Lichtquelle geäussert worden sind, glaube ich am sichersten durch den Hinweis auf die Resultate der Voruntersuchung und die Prüfung des Instrumentes an künstlichen Sternen beseitigen zu können. Abgesehen hiervon wäre aber auch eine solche Uebereinstimmung der einzelnen Ablesungen, wie sie die Copie der Originalbeobachtungen an wirklichen Sternen zeigt, geradezu unmöglich, wenn die Bedingung einer genügenden Constanz der Gasflamme nicht in aller Strenge erfüllt gewesen wäre.

Bei dieser Gelegenheit sei mir die Bemerkung gestattet, dass ich die ganze umfangreiche Prüfung meines Instrumentes noch in Basel unter den Augen meines hochverehrten Lehrers und Freundes des Herrn Professor G. Wiedemann beendet habe, dem ich für die freundliche Bereitwilligkeit, mit welcher mir derselbe sowohl Räumlichkeiten als auch Apparate zur Verfügung gestellt hat, zu aufrichtigem Danke verpflichtet bin.

Die eigentlichen Beobachtungen am Himmel sind in der Nähe Berlin's auf einem kleinen Privatobservatorium angestellt worden, welches ich mir besonders für photometrische Beobachtungen habe einrichten lassen. Die Angabe der Beobachtungszeiten bezieht sich demgemäss auf mittlere Berliner Zeit.

Die Art und Weise, wie die oben erwähnten künstlichen Sterne erzeugt werden, könnte leicht zu der Ansicht Veranlassung geben, dass die verhältnissmässig grosse Brennweite des Oculars[1]) ein nothwendiges Erforderniss wäre und daher nur schwache Vergrösserungen in Anwendung kommen könnten. In den Erläuterungen zu den Kupfertafeln habe ich indessen gezeigt, auf eine wie einfache Weise dieser Uebelstand beseitigt und das Photometer auf die schwächsten mit unsern optischen Hülfsmitteln überhaupt nur sichtbaren Fixsterne angewandt werden kann. Ich behalte mir vor, demnächst solche Messungen mitzutheilen.

Da bis zu Ende des vorigen Jahres genaue photometrische Bestimmungen nur bis zu Sternen erster und zum Theil auch zweiter Grösse bekannt waren, so glaubte ich bis zu Sternen der sechsten Grösse ein hinreichendes Beobachtungsmaterial zu haben, um bei der nur kurzen Frist sofort an die Beobachtungen gehen zu können, ohne mit Abänderungen meines Photometers Zeit zu verlieren. Bei Sternen der ersten und zweiten Grösse würde man sogar mit Vortheil wegen allzugrosser Lichtstärke des Apparates Verkleinerungen benutzen können.

Bei der Anfertigung des astrophotometrischen Kataloges bin ich von der bisher gebräuchlichen Art, die Helligkeit von Sternen in Einheiten eines beliebig gewählten Sternes auszudrücken, gänzlich abgewichen und zwar aus dem einfachen Grunde, weil es sich wissen-

---

[1]) Vgl. p. 16.

schaftlich in keiner Weise rechtfertigen lässt, willkürlich einen bestimmten Stern als unveränderlich vorauszusetzen, ehe man die Richtigkeit dieser Annahme (wenigstens für eine gewisse Zeit) nicht selbst erst durch zahlreiche Beobachtungen bewiesen hat. Bekanntlich giebt es Beispiele von Sternen, deren Helligkeit im Alterthume anders als in unsern Tagen geschätzt wurde, so dass hier die Vermuthung einer sehr allmäligen Lichtveränderung vorliegt; aber auch abgesehen hiervon ist es a priori klar, dass die Annahme der Unveränderlichkeit eines Sternes stets nur auf einem Schlusse durch unvollständige Induction beruhen kann. Vom streng wissenschaftlichen Standpunkte aus sind wir genöthigt, die Helligkeit und Farbe eines Sternes ganz allgemein als Functionen der Zeit zu betrachten, ebenso wie man dies bisher mit der Richtung des von den Sternen ausgestrahlten Lichtes gethan hat.

Das Attribut des Festen und Unveränderlichen, dem die Fixsterne ihren Namen verdanken, wird sich in Bezug auf ihre Helligkeit und Farbe ganz ebenso als ein durchaus relatives erweisen, wie dies bereits durch Entdeckung ihrer Eigenbewegung bezüglich des Ortes der Fall gewesen ist.

Ob es dereinst möglich sein wird, das auf photometrischem Wege gesammelte Beobachtungsmaterial in ähnlicher Weise und in demselben Umfange zur Erweiterung unserer Kenntniss der Fixsternwelt zu verwerthen, wie dies auf dem Wege der Positionsbestimmungen in so glänzender und erfolgreicher Weise geschehen ist — dies zu entscheiden muss der Zukunft und der combinirenden Thätigkeit des menschlichen Verstandes überlassen bleiben.

Die folgenden Betrachtungen mögen nur dazu dienen, andeutungsweise diejenigen Aufgaben zu bezeichnen, deren Lösung auf photometrischem Wege wenigstens vom theoretischen Standpunkte aus nicht geleugnet werden kann, wenn auch die practische Ausführung vorläufig noch ganz problematisch ist und einer jedenfalls noch sehr fernen Zeit vorbehalten bleiben muss.

Nehmen wir an, es seien die Perioden einer sehr grossen Anzahl veränderlicher Sterne durch photometrische Beobachtungen ermittelt, so wird sich unter Voraussetzung, dass die Periodendauer eine von der Position des Sternes ganz unabhängige Grösse ist, auf geeignete Weise für gewisse Zonen des Himmels der Werth einer sogenannten „mittleren Periodendauer“ bestimmen lassen. — Besässe nun die Sonne keine Eigenbewegung, so wäre der Werth jener mittleren Periode für die Veränderlichen aller Zonen des Firmamentes ein gleicher. Da jedoch unser Planetensystem eine nach dem Sternbilde des Hercules fortschreitende Bewegung besitzt, so wird mit Berücksichtigung der Geschwindigkeit des Lichtes der Werth der mittleren Periodendauer für verschiedene Gegenden des Himmels ein verschiedener sein: er wird ein Minimum in der besagten Gegend des Hercules und

ein Maximum an der dieser Gegend diametral gegenüber liegenden Stelle erreichen. Aus der Differenz dieser Werthe lässt sich mit Hülfe der bekannten Geschwindigkeit des Lichtes die Quantität der Eigenbewegung unseres Planetensystems bestimmen.

In gleicher Weise ist eine jede Richtungsveränderung in der Eigenbewegung der Sonne von entsprechenden Aenderungen der Periodendauer solcher veränderlicher Sterne begleitet, welche in der Richtung der durch die Sonne gezogenen Tangente ihrer Bahn liegen.

Aus der Beschaffenheit dieser Veränderungen und den Positionen derjenigen Sterne, an welchen sie beobachtet werden, lassen sich dann ebenfalls mit Berücksichtigung der Lichtgeschwindigkeit die Elemente der Sonnenbahn ableiten.

Die Beobachtung von Farbenunterschieden der Sterne ist durch die Anordnung meines Apparates ausserordentlich erleichtert. Auch schon ehe ich daher das im Text ausführlich beschriebene Colorimeter mit dem photometrischen Apparate in Verbindung gesetzt hatte, habe ich stets die geringsten mir bemerkbaren Färbungen berücksichtigt und hierauf bezügliche Bemerkungen in einer besonderen Columne des Kataloges dem entsprechenden Sterne beigefügt. Das Colorimeter selbst kam erst vom 18. August des vorigen Jahres an bei den Messungen in dauernde Anwendung, vorläufig jedoch nur in der Absicht, die Anzahl der colorimetrischen Bestimmungen soweit zu vervielfältigen, als dies zu einem ausreichenden Beweise für die practische Anwendbarkeit der Methode selbst erforderlich schien.

Bei Gelegenheit solcher colorimetrischer Bestimmungen habe ich es versucht, die bisherigen Ansichten über die Farbe der Sonne und über die complementäre Färbung der Doppelsterne durch messende Beobachtungen aus dem Bereiche blos subjectiver Meinungen in das Gebiet objectiver Thatsachen hinüberzuführen, ohne jedoch durch diese nur gelegentlich angestellten Messungen über jene Fragen endgültig entscheiden zu wollen.

Schoenweide bei Berlin im Juli 1861.

F. Zöllner.

Inhalt.

I. Principien.

II. Methode.

III. Beobachtungen.

Verbesserungen.

Seite	Zeile			statt
Seite 6	Zeile 18 v. o.	lies	astrophotometrischen	statt astrophometrischen
„ 21	„ 20 v. o.	„	getheilten	„ getheiltem.
„ 22	„ 1 v. u.	„	auffallenden	„ durchgegangenen
„ 23	„ 1 v. o.	„	durchgegangenen	„ auffallenden
„ 41	„ 12 v. u.	„	$F(a\omega, . \lambda_,)$	„ $F(a\omega, . \lambda)$

Principien.

Einleitung.

(Definitionen.)

§ 1.

Bei der Kleinheit des scheinbaren Durchmessers aller Fixsterne und unter der Voraussetzung eines homogenen Mediums können wir im Sinne der Undulationstheorie einen jeden Stern als den Mittelpunkt eines kugelförmigen Wellensystems betrachten. Da uns die Entfernung dieser Mittelpunkte unbekannt ist, so kann unter dem Helligkeitsverhältniss zweier Fixsterne nur dasjenige verstanden werden, welches die von ihnen erregten Undulationssysteme zu einer bestimmten Zeit an demjenigen Punkte besitzen, an welchem sich das Auge des Beobachters befindet.

> Wir definiren vorläufig das Intensitätsverhältniss zweier gleich dicker Strahlenbündel an einem bestimmten Punkte als das Verhältniss der lebendigen Kräfte an dieser Stelle.

Es handelt sich jetzt darum, zu untersuchen, ob und unter welchen Bedingungen es möglich ist, durch Beobachtungen dieses Verhältniss zu bestimmen.

§ 2.

Indem von der chemischen und thermischen Lichtwirkung gänzlich abstrahirt wird, sind wir bei den folgenden Untersuchungen einzig und allein auf eine physiologische Reaction, d. i. auf die Reizbarkeit der Netzhaut unseres Auges durch Licht, angewiesen, ohne dass uns die Form derjenigen Function bekannt wäre, welche die Abhängigkeit der Stärke des physiologischen Reizes von der Grösse der lebendigen Kraft des empfangenen Lichtstrahls ausdrückt. Dessenungeachtet giebt es einige Eigenschaften jener Function, welche sich empirisch ermitteln lassen und dazu geeignet sind, mit Hülfe gewisser Vorrichtungen, das in Rede stehende Verhältniss wenigstens für gleich gefärbte Strahlen numerisch zu bestimmen.

§ 3.

Bezeichnen wir die lebendige Kraft eines beliebigen Lichtstrahls an derjenigen Stelle, wo er die Netzhaut des Auges trifft, mit v und die Stärke des dadurch hervorgerufenen Reizes mit r, so ist allgemein:

$$r = \varphi\,(v)$$

Es giebt zwei durch die Erfahrung bestätigte Eigenschaften dieser Function, deren Richtigkeit ohne weitere Betrachtung einleuchtet.

1. Es wächst r mit wachsendem v.
2. Es verschwindet r für einen bestimmten Werth von v.

Wir definiren das Mass für die physiologische Reizbarkeit der Netzhaut gegen Lichteindrücke als den reciproken Werth derjenigen Grösse von v, bei welcher r verschwindet.

Dieser Werth kann abhängig gedacht werden:

1. von der Lage der gereizten Stelle auf der Retina.
2. von der Zeit bei demselben Beobachter.
3. von der materiellen Verschiedenheit der Retina bei verschiedenen Beobachtern.

Rücksichtlich des ersten Punktes ist der interessanten Beobachtung Steinheil's[1]) zu gedenken, wonach zwei nebeneinander befindliche, gleich helle Flächen eine verschiedene Helligkeit zeigen, je nachdem das Auge die eine oder die andere Fläche fixirt, so zwar, dass jedesmal die nicht fixirte Fläche heller erscheint. Hierhin gehört auch die den Astronomen bekannte Erscheinung, dass sehr lichtschwache Sterne im Gesichtsfelde noch wahrgenommen werden, wenn man einen andern zu gleicher Zeit im Felde befindlichen Stern fixirt, während sie verschwinden, sobald man sie selber fixiren will.

Diese Erscheinungen lassen sich durch eine der folgenden drei Annahmen erklären:

1. dass die Reizbarkeit der Retina von der Mitte nach dem Umfange hin zunimmt[2]).
2. dass bei constanter Reizbarkeit die Beschaffenheit der Function φ mit der vom Lichte getroffenen Stelle der Retina sich ändere.
3. Ganz allgemein durch gleichzeitige Aenderung sowohl der Reizbarkeit als auch der Beschaffenheit der Function mit der gereizten Stelle auf der Retina.

§. 4.

Betrachten wir zunächst diejenigen Consequenzen, welche sich für empirische Messungen unter der Annahme ergeben, dass sowohl die Reizbarkeit der Retina als auch die Beschaffenheit der Function φ innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von der Lage der gereizten Stelle auf der Netzhaut sei. Aus der Uebereinstimmung der aus dieser Annahme gezogenen Schlüsse mit der Erfahrung können wir dann auch umgekehrt auf die Richtigkeit unserer Annahme schliessen und auf diese Weise eine sichere Basis für fernere aus den Beobachtungen gezogene Schlüsse gewinnen.

Es mögen sich in geringer Entfernung auf der Retina die Bilder zweier leuchtender, gleichfarbiger Punkte befinden, deren physiologische Reize wir beziehungsweise mit r und r_1 bezeichnen wollen. Nennen wir die lebendigen Kräfte der entsprechenden Strahlenbündel v und v_1, so haben wir dem Obigen gemäss folgende Beziehungen:

$$r = \varphi(v)$$
$$r_1 = \varphi(v_1).$$

[1]) Steinheil. Elemente der Helligkeitsmessungen am Sternenhimmel. Beilage IV p. 111.

[2]) Brewster, Poggendorff's Annalen Bd. XXVII p. 497 ff.

Ohne hierbei die Beschaffenheit der Function φ näher zu kennen, müssen wir aus der Gleichheit von r und r_1 nothwendig auch auf die Gleichheit von v und v_1 schliessen. Können wir daher durch irgend ein Verfahren die lebendige Kraft des einen der zu vergleichenden Strahlen derartig verändern, dass wir im Stande sind, die Grösse dieser Veränderung stets als einen aliquoten Theil der ursprünglichen Grösse der lebendigen Kraft jenes Strahles in bestimmten Zahlen anzugeben, so brauchen wir die in Rede stehende Veränderung nur so lange fortzusetzen, bis die physiologischen Eindrücke beider Strahlen einander gleich sind, um alsdann aus der Grösse der Veränderung des einen Strahls auf das ursprüngliche Verhältniss der lebendigen Kräfte beider Strahlen zu schliessen.

Angenommen es müsse v_1 um seinen n^{ten} Theil verkleinert werden, um $r_1 = r$ zu machen, so hat man nach dem oben Gesagten:

$$\left(1 - \frac{1}{n}\right) v_1 = v$$

oder:

$$\frac{v}{v_1} = \frac{n - 1}{n}$$

Wir sind demnach durch unsere bisherigen Betrachtungen zu folgendem Satze gelangt, welcher das Grundprincip aller physiologisch-photometrischen Messungen enthält:

> Es lässt sich das Verhältniss der lebendigen Kräfte zweier Lichtstrahlen von gleicher Brechbarkeit durch Beobachtung photometrisch bestimmen, wenn die lebendige Kraft des einen der beiden Strahlen messbar dergestalt verändert werden kann, dass die physiologischen Eindrücke der zu vergleichenden Strahlen auf der Retina für unser Urtheil gleich sind.

Dieser Satz gilt jedoch nur unter der oben gemachten Annahme einer constanten Reizbarkeit und Unveränderlichkeit der Functionsbeschaffenheit (φ) an nahe gelegenen Stellen der Retina.

Ob diese Annahme zulässig sei oder nicht, wird sich durch Versuche in der Weise entscheiden lassen, dass man photometrisch das anderweitig bekannte Intensitätsverhältniss zweier gleichartiger Lichteindrücke bestimmt und den hierdurch erhaltenen Werth mit dem bereits bekannten vergleicht, wobei alsdann die Uebereinstimmung dieser Werthe offenbar zu Gunsten der gemachten Annahme sprechen muss.

Wir werden im Verlaufe dieser Untersuchungen Gelegenheit haben, eine grosse Anzahl dergleichen Messungen kennen zu lernen, welche in der That die Zulässigkeit der mehrfach erwähnten Annahme vollkommen bestätigen.

§ 5.

Wir haben bisher bei unseren Betrachtungen stets die Voraussetzung gemacht, dass die zu vergleichenden Strahlen von gleicher Farbe sind und sich auf der Netzhaut im Allgemeinen als getrennte, leuchtende Punkte projiciren. Lassen wir den zweiten Theil dieser Voraussetzung fallen uud nehmen an, die zu vergleichenden Strahlenbündel bildeten zwei in einer Linie unmittelbar aneinander grenzende Flächen, so wird im Fall einer vollkommen gleichen Helligkeit derselben ihre Unterscheidung für das Auge unmöglich sein. In diesem

Falle ist also das Eintreten der Intensitätsgleichheit der verglichenen Strahlen nicht mehr unserem Urtheil überlassen, sondern vielmehr an ein ganz bestimmtes, optisches Kriterium: an das Verschwinden der Grenze zweier Flächen geknüpft.

Wir definiren die photometrische Empfindlichkeit eines Auges als den reciproken Werth derjenigen Grösse, innerhalb welcher das Intensitätsverhältniss zweier, nahezu gleicher Lichteindrücke schwanken kann, ohne dem Auge bemerklich zu werden[1].

Diese Grösse ist bei der Vergleichung zweier unmittelbar aneinander grenzenden Flächen nur von der physiologischen Beschaffenheit der Retina abhängig, während sie bei der Vergleichung getrennter, leuchtender Punkte ausserdem auch noch durch ein mehr psychologisches Moment bedingt wird, nämlich durch die individuelle Fertigkeit in der Beurtheilung von Intensitätsdifferenzen nahezu gleicher Lichteindrücke.

§ 6.

Betrachten wir jetzt diejenigen Mittel etwas näher, welche uns zu Gebote stehen, um die lebendige Kraft eines Lichtstrahls messbar zu verändern.

1. Das einfachste Verfahren zu diesem Zwecke ergiebt sich aus dem Gesetz der Ausbreitung des Lichtes in einem homogenen Medium. Es folgt aus diesem Gesetz, dass sich die lebendigen Kräfte zweier Aethermolecüle an verschiedenen Punkten desselben Strahls umgekehrt wie die Quadrate der Abstände dieser Punkte von dem Oscillationscentrum oder der Lichtquelle verhalten. In der That ist auch dieses Gesetz schon bei den ältesten Photometern von Bouguer, Lambert, Rumford u. A. zur Herstellung gleicher Lichteindrücke auf der Retina in Anwendung gebracht worden[2].

2. Eine andere Methode der Intensitätsänderung liesse sich mit Anwendung der Reflexion von zerstreut reflectirenden Medien auf die bekannte und einfache Function gründen, welche die Intensität des reflectirten Strahls an den Einfallswinkel knüpft.

3. Durch eine messbare Aenderung der Objectivöffnung eines Fernrohres kann man eine jener Oeffnung proportionale Intensitätsänderung des einfallenden Strahlenbündels bewirken. Diese Methode ist mehrfach zu astrophotometrischen Messungen benutzt worden[3].

4. Wenn es sich nur um die Vergleichung zweier leuchtender Punkte handelt, so kann man die von diesen ausgehenden Strahlen durch Anwendung von Convexlinsen in Form eines Doppelkegels bringen, dessen Scheitel durch den Brennpunkt der betreffenden Linse bezeichnet ist. Es verhalten sich alsdann die Helligkeiten gleich grosser Flächen verschiedener Querschnitte dieses Doppelkegels umgekehrt wie die Quadrate der Abstände der

---

[1] Ueber die Abhängigkeit dieser Grösse von der Intensität der verglichenen Strahlen vergl. Fechner, über ein wichtiges psychophysisches Gesetz, Leipzig 1858. Aus den Abhandl. der sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Math. phys. Klasse IV. 457 Nachtrag dazu. Ausserdem: Helmholtz, physiol. Optik p. 311.

[2] Sir John Herschel, Results of Astronomical Observations made during the years 1834—1838 at the Cape of Good Hope.

[3] Humboldt, Kosmos III p. 101. Hornstein, Ueber Helligkeitsmessungen bei kleinen Fixsternen. Wien 1860. (Aus den Sitzungsberichten der königl. kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Bd. XLI. S. 261 und 271.)

Querschnitte vom Scheitel des Kegels. Dies Princip hat Steinheil bei seinem Prismenphotometer[1]) in Anwendung gebracht.

5. Endlich kann man mit Anwendung polarisirender Medien das Intensitätsverhältniss zweier Strahlen nach dem bekannten Cosinus^2-Gesetze[2]) variiren. Diese Art der Inten sitätsänderung gewährt im Vergleiche zu den bisher angeführten Methoden sehr grosse praktische Vortheile und ist deshalb auch bei dem in der Folge zu beschreibenden Astrophotometer von mir angewandt worden.

§ 7.

Die bisherigen Resultate unserer Untersuchungen sind im Wesentlichen unter der Voraussetzung erhalten worden, dass es möglich sei, durch messbare Aenderung der lebendigen Kräfte der zu vergleichenden Strahlen für unser Urtheil vollkommen gleichartige Lichteindrücke auf der Retina zu erzeugen. Wir haben gesehen, dass es unter dieser Voraussetzung möglich ist, das Intensitätsverhältniss zweier Lichtstrahlen durch Beobachtung zu bestimmen, ohne dass es erforderlich gewesen wäre, den Begriff der Intensität anders zu definiren, als dies bei den rein mechanischen Principien der Undulationstheorie zu geschehen pflegt. Wir wollen daher die Intensität eines Lichtstrahls, insofern dieser Begriff gleichbedeutend mit „lebendiger Kraft" ist, die „mechanische Intensität des Lichtes" nennen. — Lassen wir nun aber endlich auch die Voraussetzung einer gleichen Färbung der verglichenen Strahlen fallen, so wird es nach den oben beschriebenen Methoden nicht mehr möglich sein, durch Aenderung der lebendigen Kräfte gleichartige Eindrücke auf der Retina zu erzeugen. Vielmehr wird die Natur der Farbe stets unverändert dieselbe bleiben, indem durch die angeführten Mittel nur die Amplitude nicht aber die Wellenlänge eines Lichtstrahls verändert werden kann. Nichts desto weniger werden wir innerhalb gewisser Grenzen entscheiden können, ob zwei verschieden farbige Lichteindrücke dieselbe Stärke des physiologischen Effectes hervorbringen oder nicht, wie dies schon die Fraunhofer'schen Untersuchungen[3]) über die relative Helligkeit der verschiedenen Spectralfarben zur Genüge beweisen. Wir können indessen nicht mehr wie bei gleichgefärbten Strahlen von der Gleichheit des physiologischen Reizes auf die Gleichheit ihrer lebendigen Kräfte schliessen, da wir durch die Untersuchungen von Purkinje[4]), Dove[5]) und Helmholtz[6]) wissen, dass der physiologische Eindruck eines Lichtstrahls nicht nur eine Function seiner lebendigen Kraft, sondern auch seiner Wellenlänge sei, so dass zwei verschieden gefärbte Strahlen von gleicher lebendiger Kraft dennoch verschieden starke Eindrücke auf der Netzhaut hervorbringen können.

---

[1]) Steinheil, Elemente der Helligkeitsmessungen am Sternenhimmel. München 1836. p. 10 (Schumacher's Artr. Nachrichten No. 609).

[2]) Arago, Comptes rendus XXXI. p. 887.

[3]) Gilbert's Annalen 1817, Bd. 56, p. 297.

[4]) Zur Physiologie der Sinne II. 109.

[5]) Ueber den Einfluss der Helligkeit einer weissen Beleuchtung auf die relative Intensität verschiedener Farben. Monatsber. der Berl. Academie 1852. p. 69—78.

[6]) Poggendorff's Annalen XCIV. 18—21. — Physiologische Optik 317. ff.

Verfahren wir nun hierbei ganz wie bei der Bestimmung des Intensitätsverhältnisses gleichfarbiger Strahlen und verändern die lebendige Kraft des einen der zu vergleichenden Strahlen nach einer der in § 6. angegebenen Methoden so lange, bis die physiologischen Eindrücke auf der Netzhaut für unser Urtheil gleich stark erscheinen, so wollen wir den auf diese Weise erhaltenen Werth das „physiologische Intensitätsverhältniss“ der verglichenen Strahlen nennen. Die so erhaltenen Zahlen geben dann nur an, um den wievielten Theil seiner lebendigen Kraft der eine der beiden Strahlen verstärkt oder vermindert werden muss, um seinen physiologischen Reiz demjenigen des andern gleich zu machen.

§ 8.

Es ist in § 4. gezeigt worden, dass der dort aufgestellte Grundsatz nur dann anwendbar ist, wenn sowohl die Reizbarkeit der Netzhaut als auch die Beschaffenheit der Function, welche die Abhängigkeit des physiologischen Reizes von der lebendigen Kraft des empfangenen Lichtstrahls ausdrückt, an nahe gelegenen Stellen der Netzhaut constant bleiben. Wir haben dort auch eine Methode angedeutet, vermittelst welcher sich jeder Beobachter von der Zulässigkeit dieser Annahme für sein Auge durch Versuche überzeugen kann und sogar im Stande ist, falls jene Annahme nicht statthaft sein sollte, sich empirisch eine Correctionstabelle zu entwerfen.

Da nun die Sterne nicht allein durch ihre Intensität, sondern auch durch ihre Farbe verschieden sind, so muss bei astrophometrischen Untersuchungen der oben definirte Begriff des physiologischen Intensitätsverhältnisses in Anwendung kommen, und es handelt sich jetzt darum zu ermitteln, ob es für die Vergleichbarkeit der hierfür von verschiedenen Beobachtern erhaltenen Werthe ähnliche Kriterien giebt wie diejenigen, welche oben für die Werthe des mechanischen Intensitätsverhältnisses bei gleichgefärbten Strahlen angegeben sind.

Wir gelangten zu dem Begriff des physiologischen Intensitätsverhältnisses durch die allgemeine Annahme, dass die Stärke des physiologischen Reizes, welche ein Lichtstrahl auf der Retina unseres Auges hervorbringt, nicht nur eine Function seiner lebendigen Kraft, sondern auch seiner Wellenlänge sei. Die Erörterung der hier vorliegenden Frage findet nun wesentlich darin ihre Begründung, dass wir der Allgemeinheit wegen genöthigt sind, die Abhängigkeit des physiologischen Reizes von der Wellenlänge des empfangenen Lichtstrahls bei verschiedenen Beobachtern als verschieden vorauszusetzen, eine Annahme, deren Nothwendigkeit durch das Vorkommen partieller Farbenblindheit wesentlich unterstützt zu werden scheint.

Um das Gesagte sogleich an einem bestimmten Beispiele zu erläutern, nehmen wir an, es befänden sich im Gesichtsfelde eines Fernrohres in nicht allzu grosser Entfernung zwei verschieden gefärbte Sterne, deren physiologische Eindrücke für das Urtheil eines gewissen Beobachters gleich sind. Unter Voraussetzung der oben gemachten Annahme wird nun diese Gleichheit für jeden andern Beobachter nicht mehr stattfinden, so dass ein Jeder von ihnen für das physiologische Intensitätsverhältniss der beobachteten Sterne einen anderen Werth erhalten muss. — Wir verweisen hier auf die später über diesen Punkt ange-

stellten Beobachtungen, aus denen hervorgeht, dass es in der That möglich ist, sich durch bestimmte Versuche von dem Vorhandensein physiologischer Anomalien verschiedener Augen zu überzeugen und auf diese Weise eine allgemeine Vergleichbarkeit der Beobachtungsresultate anzubahnen.

Ausserdem folgt aus den oben citirten Untersuchungen von Dove und Helmholtz, dass zwei verschieden farbige, physiologisch gleich intensive Lichteindrücke diese Gleichheit nicht mehr bewahren, wenn ein jeder Strahl um dieselbe Grösse seiner lebendigen Kraft verstärkt oder geschwächt wird, so zwar, dass bei einer Schwächung die stärker brechbare, bei einer Verstärkung die weniger brechbare Farbe einen physiologisch stärkeren Eindruck macht. Indessen wird später gezeigt werden, dass diese Eigenthümlichkeit bei gemischten Farben erst bei ziemlich grossen Intensitätsdifferenzen bemerkbar wird und daher innerhalb dieser Grenzen für photometrische Messungen vernachlässigt werden darf.

Methode.

Ueber die astrophotometrischen Methoden im Allgemeinen.

Wir wollen in diesem Abschnitte auf einige der bereits oben angedeuteten Methoden zur numerischen Bestimmung des Intensitätsverhältnisses zweier Sterne etwas ausführlicher eingehen, wobei wir uns jedoch nur auf diejenigen Apparate beschränken werden, welche zu wirklichen Messungen an einer grösseren Anzahl von Sternen gedient haben. Diese sind das Astrometer von Sir John Herschel und das Prismenphotometer von Herrn v. Steinheil. In Betreff einer ausführlichen Beschreibung dieser Apparate müssen wir auf die oben citirten Werke der genannten Autoren verweisen.

Das Herschel'sche Astrometer.

Vermittelst eines Reflexionsprisma's wird vom Monde oder dem Jupiter ein Spiegelbild erzeugt, welches durch eine Convexlinse von sehr kurzer Brennweite (0.2273 inches l. c. p. 353) in einen Lichtpunkt verwandelt wird; dieser Lichtpunkt dient als künstlicher Stern zu Intensitätsvergleichungen mit anderen Sternen, indem seine Helligkeit einfach durch grössere oder geringere Entfernung vom Beobachter verändert werden kann. Soll nun das Helligkeitsverhältniss zweier Sterne mit diesem Apparate bestimmt werden, so bringt man durch geeignete Stellung des letzteren jeden der zu messenden Sterne in die Nähe des künstlichen Sternes und entfernt alsdann das Auge soweit, bis beide Sterne gleich hell erscheinen. Das Helligkeitsverhältniss der verglichenen Sterne ist dann das umgekehrte Verhältniss der Quadrate der Entfernungen des Auges vom Brennpunkte der Linse.

Die grossen Schwierigkeiten, mit welchen der Beobachter bei dieser Methode zu kämpfen hat, ersieht man am besten aus den eigenen Worten Herschel's. Derselbe spricht sich hierüber bei Aufzählung einiger störender Umstände, welche die Beurtheilung der gleichen Helligkeit beeinflussen, folgendermassen aus: (l. c. p. 355) ... „*and innumerable other causes which influence in an extraordinary degree (hardly credible without trial) our judgement in such comparisons.*“

Die Anzahl der mit diesem Apparate wirklich beobachteten Sterne beträgt 69. Die erhaltenen Zahlen haben alsdann mit Hülfe der zwischen den conventionellen Grössenklassen und der photometrischen Scala aufgefundenen Relation dazu gedient, für weitere

121 Sterne das numerische Helligkeitsverhältniss zu α Centauri zu berechnen[1]), so dass auf diese Weise ein photometrisch geordnetes Sternverzeichniss von 190 Sternen enstanden ist.

Ueber eine Anwendung des beschriebenen Astrometers von anderen Beobachtern ist mir ausser einer Bemerkung Herschel's über diesen Punkt[2]) nichts Näheres bekannt geworden.

Das Steinheil'sche Prismenphotometer.

Zu derselben Zeit, als J. Herschel am Cap der guten Hoffnung mit seinen astrometrischen Beobachtungen beschäftigt war, hatte Steinheil in München ein Photometer zu gleichem Zwecke construirt. Dasselbe unterscheidet sich im Princip vorzugsweise durch folgende zwei Punkte von dem Herschel'schen Astrometer:

1. Die zu vergleichenden Sterne werden direct, ohne Einführung eines künstlichen Sternes verglichen.
2. Es werden nicht getrennte Lichtpunkte, sondern zwei möglichst nahe aneinander grenzende Lichtflächen mit einander verglichen.

Diese beiden Umstände scheinen auf den ersten Blick sehr grosse Vortheile in Bezug auf die Genauigkeit der Messungen zu gewähren; indessen werden wir bald sehen, dass diese Vortheile bei der Vergleichung wirklicher Sterne illusorisch sind und dass namentlich der zweite Umstand, die Verwandlung der Sterne in Lichtflächen, eine allgemeine Anwendung dieser Methode auf alle Sterne geradezu unmöglich macht.

Ueber die Einrichtung dieses Photometers sei hier nur Folgendes bemerkt. Das Objectiv eines Fernrohres ist nach Art des Heliometer's diametral durchschnitten, so jedoch, dass jede Hälfte für sich vermittelst eines Schiebers dem Ocular genähert oder von demselben entfernt werden kann. Vermittelst besonderer, an der Objectivöffnung angebrachter Glasprismen wird durch totale Reflexion eine jede der beiden Objectivhälften durch das Licht derjenigen beiden Sterne erleuchtet, deren Intensitätsverhältniss bestimmt werden soll. Durch Verschieben der beiden Objectivhälften können die Sterne in Lichtflächen verwandelt werden, deren Helligkeit umgekehrt den Quadraten der Verschiebungen (vom normalen Stande des Objectivs aus gerechnet) proportional ist.

Dies Instrument ist von Steinheil zuerst an künstlichen Sternen geprüft worden, welche durch Reflexe von Stahlkugeln erzeugt wurden und deren Intensitätsverhältniss sich aus der Oeffnung der angewandten Blendungen berechnen liess. —

Die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers ergab sich hierbei für eine vollständige Messung „aus 4 Einstellungen zu $\pm$ $^1/_{106}$"[3]). — Eigentliche Messungen an wirklichen Sternen sind vom Erfinder des Apparats nur wenige und diese auch nur versuchsweise angestellt worden, um einige theoretisch gefundene Relationen durch Rechnung und Beobachtungen zu erläutern[4]).

Erst in neuerer Zeit sind mit Hülfe dieses Photometers von Herrn L. Seidel in München

[1]) Kosmos Bd. III. p. 136.
[2]) Outlines of Astronomy (Fifth édition) p. 518.
[3]) Vgl. l. c. p. 119.
[4]) Vgl. l. c. p. 23.

mit bewunderungswürdiger Ausdauer zahlreiche Messungen angestellt worden, um das Helligkeitsverhältniss von 12 Sternen erster Grösse zu ermitteln[1]). Die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers ergiebt sich hierbei für eine vollständige Vergleichung zu $\pm$ $^1/_{13}$[2]), also fast 9 mal grösser als der oben von Steinheil für künstliche Sterne ermittelte Werth. Seidel bemerkt jedoch, dass der geringere Theil dieser Unsicherheit auf Rechnung der Beobachtung, der grössere aber auf Seite der Reduction vermittelst der Absorptionstabelle[3]) zu schieben ist.

Nach diesen Bemerkungen über die Leistungsfähigkeit des Prismenphotometers wollen wir jetzt die oben erwähnten beiden Umstände, durch welche sich dieses Photometer von dem Herschel'schen unterscheidet, einer genaueren Betrachtung unterwerfen. —

Die Eigenthümlichkeit aller physiologisch-photometrischen Messungen erfordert mehr als jede andere Gattung von Beobachtungen eine möglichst sichere und bequeme Handhabung des Apparates. Kleine Unbequemlichkeiten, welche bei einer einmaligen Beobachtung nicht von Belang erscheinen, können sich bei oftmaliger Wiederholung bis zur Unerträglichkeit steigern und auf diese Weise das ohnehin schon schwankende Urtheil über die gleiche Helligkeit zweier Lichteindrücke sehr unsicher machen. Wenn man daher nur auf Kosten der Bequemlichkeit die sonst gebräuchlichen Mittel zur Erlangung einer grösseren Empfindlichkeit in Anwendung bringen kann, so wird man hierbei auch jenen Umstand berücksichtigen müssen, um eine möglichst grosse Leistungsfähigkeit des Photometers zu erzielen.

Sollen zwei Sterne direct und gleichzeitig mit einander verglichen werden, so müssen allgemein die Strahlen dieser Sterne mit Hülfe von Reflexionsvorrichtungen so abgelenkt werden, dass man die Bilder beider Sterne gleichzeitig im Gesichtsfelde des Fernrohrs erblickt. Da man aber nie zu der Voraussetzung einer vollkommen gleichen Lichtabsorption der reflectirenden Medien berechtigt ist[4]), so müssen zur Elimination des hieraus entstehenden Fehlers mindestens zwei Beobachtungen angestellt werden, in welchen die Reflexionsvorrichtungen in Bezug auf die reflectirte Lichtmenge ihre Lage gegenseitig vertauschen[5]).

Sollen zwei Sterne indirect, d. h. durch Einführung eines künstlichen Sternes mit einander verglichen werden, so erfordert die Natur dieser Vergleichung ebenfalls zwei Beobachtungen. Um es indessen bei Betrachtung dieses Falles mit bestimmten Vorstellungen zu thun zu haben, wollen wir annehmen, dass es möglich sei, einen künstlichen Stern herzustellen, welcher in der Mitte des Gesichtsfeldes eines Fernrohres gleichsam schwebend unverrückt stehen bleibt und sich einfach durch Bewegung des Rohres jedem anderen Sterne auf beliebige Entfernung nähern lasse. Dieser künstliche Stern soll ferner von den wirklichen Sternen im Gesichtsfelde durch nichts weiter als durch seine auf bestimmte Art messbar zu verändernde Intensität unterschieden sein und hierbei die ihm einmal ertheilte Helligkeit nicht ohne Zuthun des Beobachters irgendwie verändern können.

---

[1]) Ludwig Seidel, Untersuchungen über die gegenseitigen Helligkeiten der Fixsterne erster Grösse etc. Abhandl. d. k. bair. Akademie d. W. II. Cl. VI. Bd. III. Abth.

[2]) l. c. p. 52. (590). [3]) l. c. p. 43. (581).

[4]) Vgl. Seidel l. c. p. 22. [5]) Vgl. Steinheil l. c. p. 57.

Bei diesen Voraussetzungen müssen sich die Strahlen der indirect verglichenen Sterne bei jeder einzelnen Beobachtung unter vollkommen gleichen Bedingungen befinden und also hierdurch die Bestimmung gewisser Constanten des Apparates überflüssig gemacht werden. Es sind demnach auch bei der indirecten Vergleichung ebenfalls mindestens zwei Beobachtungen erforderlich und ausreichend, um das relative Intensitätsverhältniss zweier Sterne zu bestimmen. In Betreff der Grenzen des wahrscheinlichen Fehlers findet allerdings in diesem Falle eine Veränderung statt, indem dieselben, wie eine einfache Betrachtung lehrt, etwas weiter von einander entfernt werden.

Wir haben die directe und indirecte Vergleichung von Sternen bisher nur aus zwei Gesichtspunkten betrachtet: einmal in Bezug auf die Anzahl der erforderlichen Einstellungen und dann in Bezug auf die erzielte Genauigkeit. Hierzu kommt aber noch ein dritter, sehr wesentlicher Umstand, nämlich die Anforderung einer möglichst geringen Lichtschwächung im photometrischen Apparate.

Diese Bedingung wird für die allgemeine Anwendung einer Methode auf alle überhaupt mit unseren optischen Hülfsmitteln sichtbaren Sterne von der grössten Bedeutung. In dieser Beziehung steht nun aber die directe Vergleichung der indirecten bedeutend nach, indem durch die unumgänglich nothwendigen Reflexionsvorrichtungen immer eine bedeutende Lichtmenge absorbirt wird, die selbst bei den Liebig-Steinheil'schen Silberspiegeln noch bis auf fast 9 proc. der empfangenen Lichtmenge geht[1]).

Will man endlich auch noch die verschiedene Farbe der Sterne in das Gebiet numerischer Bestimmungen ziehen, so ist dies im Allgemeinen nur in der Weise zu bewerkstelligen, dass man einen Vergleichsstern mit beliebig, nach einer bestimmten Scala zu verändernden Farbe besitze. Eine Bestimmung des Farbenverhältnisses bei directer Vergleichung zweier Sterne würde mit unüberwindlichen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, ohne dass man hierdurch irgend welche Vortheile in Bezug auf Genauigkeit vor der indirecten Bestimmung erlangen könnte, welche letztere, wie wir sehen werden, auf eine verhältnissmässig sehr einfache und sichere Weise erzielt werden kann.

Als Resultat unserer Untersuchung ergiebt sich also, dass der indirecten Vergleichung von Sternen in Bezug auf Quantität und Qualität der ausgestrahlten Lichtmengen unbedingt der Vorzug vor der directen Methode gebührt, und daher die Einführung eines künstlichen Sternes, der vollkommen den oben gemachten Voraussetzungen entspricht, auf passende Weise bewerkstelligt werden muss.

Der zweite Umstand, welcher das Steinheil'sche Prismenphotometer characterisirt, ist die Verwandlung der Sterne in Lichtflächen, wobei natürlich eine der Grösse dieser Flächen entsprechende Lichtschwächung stattfinden muss, so dass hierdurch der oben erwähnten Bedingung einer möglichst geringen Lichtabsorption im photometrischen Apparate in keiner Weise genügt werden kann. In der That ist es nach der Angabe Seidel's mit einem Prismenphotometer von 15.5 Pariser Linien Oeffnung (demselben welches Steinheil construirt und

[1]) Vgl. einen Brief Steinheil's vom 5. April 1858 in Schumacher's astr. Nachrichten No. 1138.

beschrieben hat) nur noch „ziemlich gut“ möglich bis auf Sterne der dritten Grösse herabzugehen [1]).

Dieser Uebelstand liesse sich nun freilich bis zu einer gewissen Grenze durch die Anwendung eines lichtstärkeren Objectives beseitigen, indessen tritt alsdann in Bezug auf die lichtschwächeren Sterne ein noch weit grösseres Hinderniss ein, welches, wie ich glaube, auf keine andere Weise als durch gänzliche Verwerfung des Princips der Lichtflächen umgangen werden kann.

Die Anwendung des besagten Princips ist nämlich allein unter der Voraussetzung möglich, dass jede Objectivhälfte des Prismenphotometers nur das Licht desjenigen Sternes empfange, welcher mit dem in die andere Hälfte hinein reflectirten Sterne verglichen werden soll. Diese Voraussetzung kann aber offenbar nur dadurch erfüllt sein, dass innerhalb eines gewissen (durch die Grösse des Gesichtsfeldes bedingten) Abstandes bei den zu vergleichenden Sternen kein anderer Stern steht, dessen Lichtscheibe sich mit der des einen derselben vermische und dadurch das Resultat der Messung verfälsche. Je sternreicher nun aber die durchmusterten Gegenden des Himmels sind, desto weniger wird diese Bedingung erfüllt sein, so dass die ganze Methode der Lichtflächen in ihrer Anwendung auf schwächere Sterne, wegen der zahlreicheren Vertheilung derselben, unmöglich wird.

Dass der hier besprochene Fall selbst schon bei einem Sterne erster Grösse eintreten kann, geht deutlich aus folgender Stelle in der mehrfach citirten Abhandlung Seidel's hervor: (pag. 58 [596])

„Was Aldebaran betrifft, so ist sogar zu bemerken, dass ich mit ihm zugleich im Photometer immer einen kleinen Stern der Hyaden hatte, dessen Licht sich bei der Verstellung des Objectives nothwendig mit dem von α Tauri mischen und diesen Stern in Folge dessen wahrscheinlich mehr zu hell zeigen musste, als ihn die Färbung des Glases zu dunkel erscheinen liess.“

Der kleine Stern, von dem Seidel hier spricht, ist vermuthlich der Stern 5. Grösse ϵ, welcher sich in einem Abstande von ungefähr 50 Minuten von Aldebaran befindet. Mit Berücksichtigung der Steinheil'schen Bestimmungen des relativen Helligkeitsverhältnisses der verschiedenen Grössenklassen [2]) würde der hieraus resultirende Fehler ungefähr $^{1}/_{60}$ der Helligkeit des Aldebaran betragen.

In neuerer Zeit hat nun zwar Steinheil einen Ocularapparat angegeben [3]), bei welchem die zu vergleichenden Sterne „im Bilde“, d. h. als getrennte Punkte, mit einander verglichen werden: indessen glaube ich mich einer Kritik dieses Apparates an dieser Stelle enthalten zu dürfen, da sich über die Anwendbarkeit desselben erst durch wirklich ausgeführte, zahlreiche Messungen entscheiden lässt, was meines Wissens bis jetzt noch nicht geschehen ist. — Ganz dasselbe gilt auch in Bezug auf das erst kürzlich von Hornstein an-

---

[1]) Herr v. Steinheil behauptet zwar (Schumacher's Nachrichten 1858 No. 1152 p. 240), dass sein Photometer bis zu Sternen 4. Grösse anwendbar sei, indessen dürfte über diesen Punkt der Angabe Seidel's jedenfalls grösseres Gewicht beizulegen sein.

[2]) Vergl. Steinheil l. c. p. 27.

[3]) Schumacher's Astr. Nachrichten 1858 No. 1152 p. 370.

gegebene „Zonenphotometer“[1]); auch hier vermissen wir in der betreffenden Abhandlung die Anführung irgend welcher praktisch ausgeführter Messungen, wonach allein der Werth eines solchen Instrumentes beurtheilt werden kann.

Fassen wir daher das Ergebniss unserer gesammten Kritik kurz zusammen, so ergiebt sich hieraus, dass die Einführung von Vergleichssternen, bei denen die oben (p. 11) gemachten Voraussetzungen in aller Strenge erfüllt sind, als eine durchaus nothwendige Bedingung zur Begründung einer allgemein anwendbaren astrophotometrischen Methode betrachtet werden muss.

Dass hierbei die Bequemlichkeit in der Handhabung des Instruments, die Elimination des Himmelsgrundes[2]) u. dgl. m. gehörig berücksichtigt sein müssen, ist nach dem Bisherigen selbstverständlich. Diesen Umständen wird bei der nun folgenden Beschreibung des von mir construirten Astrophotometers eine genaue und eingängliche Besprechung gewidmet werden.

Beschreibung eines Polarisations-Astrometers und eines damit verbundenen Colorimeters.

Die einfache Idee, welche die im Vorhergehenden aufgestellten Bedingungen realisirt, ist in Fig. 1 Taf. I schematisch veranschaulicht. *AB* stellt ein Fernrohr vor, an dessen unterem Theile in der Mitte eine planparallele Glasplatte *s* unter einem Winkel von 45° geneigt angebracht ist. Diesem durchsichtigen Spiegel gegenüber ist das Rohr seitlich durchbrochen, so dass einem Beobachter in *o* die in *a* befindliche feine Oeffnung, welche durch eine constante Lichtquelle *Q* erleuchtet wird, durch Reflexion in der Axe des Fernrohres bei *a'* als Stern erscheinen muss. Durch Verschiebung des Objectivs in der Richtung der Längsaxe des Instruments kann man es leicht dahin bringen, dass die Vereinigungspunkte von parallel auffallenden Strahlen mit dem Bildpunkte *a'* genau in einer Ebene liegen, so dass man sowohl das gespiegelte als auch das durch die Linse erzeugte Bild gleich scharf sehen muss und durch Bewegung des Rohres den leuchtenden Punkt *a'* mit jedem anderen Objekte zur Deckung bringen kann.

In Fig. 2 Taf. I ist der Durchschnitt der wesentlichsten Theile des ganzen Apparates in der halben natürlichen Grösse dargestellt. Die Bezeichnung der Haupttheile ist dieselbe wie in dem vorhergehenden Schema, so dass die Einrichtung des Instrumentes schon aus der Zeichnung deutlich hervorgehen wird. Nur die in der horizontalen Axe gelegenen Theile bedürfen noch einer näheren Beschreibung.

Ein bei *a* durch eine c. 0.2mm—0.4mm weite, kreisförmige Oeffnung eintretender Lichtstrahl hat auf seinem Wege bis zu der durchsichtigen Spiegelplatte *S* drei Nicol'sche Prismen *n' n'' n'''* zu passiren. Wird das Fernrohr *A* um seine horizontale Axe gedreht, so bleibt, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, die Lage sämmtlicher Prismen zur Spiegelplatte *S*

---

1) Hornstein, Ueber Helligkeitsmessungen bei kleinen Fixsternen. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie d. W. zu Wien, Bd. XLI. p. 261 und 271. 1860.

2) Steinheil, Elemente etc. p. 44.

unverändert in derselben Lage, so dass, wenn bei *a* vollkommen unpolarisirtes Licht eintritt, die Intensität der von den spiegelnden Flächen reflectirten Strahlen durchaus ungeändert bleibt. Vermittelst der Handhaben *F* und *F'* lässt sich der vordere Theil der Röhre mit den beiden Prismen *n'* und *n''* um die horizontale Axe drehen und die Grösse der Drehung an dem in 360° getheilten Kreise *KK'* mit Hülfe eines Nonius bis auf 6 Minuten ablesen. Dieser Kreis dient gleichzeitig dazu, um mit Hülfe des constant befestigten Index *J* die Höhe des beobachteten Gestirnes zu bestimmen. Bei horizontaler Stellung des Fernrohres zeigt dieser Index auf 0°, so dass man unmittelbar die Höhe des Sternes ablesen kann.

Die Alhidade *HH'* mit den Nonien *NN'* ist doppelt.

Während das Prisma *n'''* stets eine unveränderte Lage zum Spiegel *S* behält, können mit Hülfe der soeben beschriebenen Einrichtung die beiden Prismen *n'* und *n''* gleichzeitig gedreht werden, so dass hierdurch die Intensität der vom Spiegel *S* (welcher durch eine Schraube *R* um seine verticale Axe drehbar ist) reflectirten Strahlen nach dem bekannten $\cos^2$-Gesetze geändert wird. Bei meinem Apparate sind die Prismen *n''* und *n'''* so gestellt, dass die Alhidade auf 0° zeigt, wenn die Hauptschnitte dieser Prismen senkrecht zueinander stehen, so dass also bei dieser Lage von dem Spiegel *S* gar kein Licht reflectirt wird und die Intensität der einfallenden Strahlen bei Drehung des vorderen Systems (mit den Prismen *n'* und *n''*) proportional den Sinusquadraten der abgelesenen Winkel geändert wird.

Das Colorimeter.

Um nun auch die Farbe des bei *a* einfallenden Lichtes beliebig und nach einer allgemein vergleichbaren Ordnung verändern zu können, ist bei *q* eine senkrecht zur Axe geschliffene, links drehende Bergkrystallplatte angebracht; das Nicol'sche Prisma *n'* lässt sich vermittelst des Schraubenkopfes *PP'* um die horizontale Axe drehen. Aus der Theorie des circular polarisirten Lichtes und der durch dasselbe in Bergkrystallplatten erzeugten Farben ist bekannt, dass bei Anwendung ein und derselben Lichtquelle[1]) die Qualität der Farbe durch die Dicke der Bergkrystallplatte und den Neigungswinkel der beiden Polarisationsebenen vollkommen bestimmt ist. Bei meinem Apparate beträgt die Dicke der Bergkrystallplatte 5.150 Millimeter.

Es lässt sich nun zwar aus der Proportionalität zwischen der Dicke der Platte und dem Drehungswinkel der Polarisationsebenen jederzeit für eine bestimmte Farbe das Eintreten des Maximums dieser Farbe für verschiedene Dicken der Platten berechnen, so dass ein jeder Beobachter nur diese beiden Data anzugeben braucht, um die Qualität der betreffenden Farbe genau und für jeden anderen Beobachter leicht herstellbar zu bestimmen. Indessen ist es eine aus der Theorie und Beobachtung bekannte Thatsache, dass bei sehr dünnen und sehr dicken Platten die Farbentöne blasser werden und daher der Färbung des einfallenden Lichtes ein grösserer Einfluss gestattet wird, als dies bei mittleren Dicken der Platte der Fall ist. Um also mit Berücksichtigung dieses Punktes eine allgemeine Vergleichbarkeit der mit verschiedenen Instrumenten angestellten Farbenbestimmungen zu ermög-

[1]) Worüber Ausführliches weiter unten mitgetheilt wird.

lichen, ist es nothwendig, conventionell eine bestimmte Dicke der Bergkrystallplatte festzusetzen. Ich schlage hierzu die Dicke von 5 Millimetern vor. Kleine Abweichungen von dieser Normaldicke werden sich stets ohne merklichen Fehler nach dem oben erwähnten Proportionalitätsgesetze zwischen Dicke und Drehungswinkel corrigiren lassen.

Um den Neigungswinkel der Hauptschnitte der beiden Prismen n' und n'' zu bestimmen, ist der in 100 Theile getheilte[1]) Kreis $c\,c'$ auf die durch die Zeichnung veranschaulichte Weise mit dem Schraubenkopfe $P\,P'$ in Verbindung gesetzt. Auf dem Rohre, welches das Prisma n'' trägt, sind an den gegenüberstehenden Punkten $i\,i'$ zwei Messinglappen angebracht, von denen jeder einen Indexstrich trägt. Wenn diese Striche beziehungsweise auf 0° und 50° stehen, sind die Polarisationsebenen der beiden vorderen Prismen einander parallel, so dass man unmittelbar an dem Kreise $c\,c'$ die Neigungswinkel dieser Ebenen ablesen kann. Die Angabe dieses Winkels ist aber bei der bekannten Dicke der Bergkrystallplatte ausreichend, um die Farbe der vom Spiegel S reflectirten Strahlen so genau und allgemein vergleichbar zu bestimmen, als es das Unterscheidungsvermögen des betreffenden Beobachters für Farbendifferenzen gestattet.

Vermittelst der Druckschraube r kann die Röhre mit dem Prisma n' in der mit dem Kreise $c\,c'$ beweglichen Hülse festgestellt werden. In der Folge wird der Kreis, an welchem die Intensitäten abgelesen werden, einfach als „Intensitätskreis“ derjenige, an welchem die Farben bestimmt werden, als „Farbenkreis“ bezeichnet werden.

Durch gleichzeitige Drehung der beiden Prismen n' und n'' mit Hülfe der Handhaben F und F', wird also nur die Intensität, nicht aber die Farbe geändert.

Da das von der Glasplatte S unter einem Winkel von 45° reflectirte Licht, wenn auch nicht vollkommen, so doch immer noch ziemlich stark polarisirt ist, so muss das Nicol'sche Prisma n''' zur Erreichung eines möglichst geringen Lichtverlustes eine solche Lage haben, dass die Polarisationsebene des auf die Glasplatte fallenden Lichtes parallel derjenigen Ebene ist, in welcher ein gewöhnlicher, von dieser Platte in derselben Richtung reflectirter Strahl polarisirt sein würde. Dies ist erreicht, wenn die kürzere Diagonale des Prisma's parallel der Ebene der Glasplatte ist.

Um das von der Hinter- und Vorderfläche der Glasplatte erzeugte, doppelte Spiegelbild der feinen Oeffnung a der Ocularlinse möglichst nahe zu rücken und diese Bilder zugleich als Lichtpunkte ohne sichtbaren Durchmesser erscheinen zu lassen, ist bei l eine möglichst stark gekrümmte Concavlinse angebracht, welche dem beabsichtigten Zwecke auf das Vollkommenste entspricht. Die Oeffnung a wird hierdurch erstens bedeutend verkleinert, so dass die künstlichen Sterne in ihrem Ansehen den natürlichen vollkommen gleich werden[2]); zweitens wird aber auch das Bild der Oeffnung a durch die Concavlinse l dem

[1]) Die einzelnen Theile sind im entgegengesetzten Sinne der Bewegung eines Uhrzeigers, also von rechts nach links gezählt.

[2]) Diese Gleichheit ist bei geeigneter Einstellung des Colorimeters so vollkommen, dass sowohl Laien wie Astronomen, denen die Lage der künstlichen Sterne nicht bekannt war, diese ebenfalls für natürliche

Spiegel beträchtlich näher gerückt, so dass das reflectirte Doppelbild ebenfalls dem Oculare *o* genähert und dadurch eine allzugrosse Länge des ganzen Fernrohres vermieden wird.

Die Dicke der Spiegelplatte *S* beträgt c. 4 Millimeter. Der durch Reflexion von der Vorderfläche erzeugte künstliche Stern, welcher nach der beschriebenen Einrichtung des Apparates zur Rechten des Beobachters liegt, ist um weniges heller als der andere. Bei den Beobachtungen habe ich den zu messenden Stern stets zwischen beide künstliche gebracht und ihn nur mit dem rechts befindlichen verglichen. Die Gegenwart des anderen und weniger hellen Sternes erleichtert die Bestimmungen sehr bedeutend, indem auf diese Weise gleichsam zwei Grenzen gegeben sind, innerhalb welcher die Intensität des zu messenden Sternes liegen muss. Bekanntlich ist auch das Gedächtniss für gewisse, nicht allzubedeutende Intensitätsunterschiede sehr gross[1]).

Um die Vergrösserung des Fernrohres und seine Helligkeit nach Massgabe der zu bestimmenden Sterne verändern zu können, lässt sich der dem Objectiv zugelegene Theil bei *B* (Fig. 2 Taf. I) abschrauben, um an dieser Stelle Auszüge mit anderen Objectiven aufsetzen zu können. Ich habe bei meinen Messungen drei verschiedene Objective angewandt, von denen die beiden grösseren in Pappröhren befestigt waren, um bei der verhältnissmässig grossen Länge des oberen Theiles das Uebergewicht nicht zu bedeutend zu vermehren. Zur Herstellung des Gleichgewichtes war deshalb der ganze Ocularansatz, soweit es der Raum nur irgend gestattete, mit Blei ausgegossen. Die Brennweiten und Durchmesser der besagten Objective sind folgende:

	Brennweite.	Durchmesser.
Object. No. I	10.5 par. Zoll.	1.5 par. Zoll.
„ No. II	20 „	2.3 „
„ No. III	38 „	2.6 „

Die Brennweite des Oculars beträgt 4.83 par. Zoll.

Mit dem Objectiv No. I lassen sich die Messungen bequem bis zu Sternen der 4. bis 5. Grösse ausdehnen, mit Object. No. II bis zur 6. bis 7. Grösse, mit Object. No. III bis zur 7. bis 8. Grösse (Belege hierfür s. im Katalog)[2]). Zur Vergleichung von Sternen erster Grösse dürfte es vortheilhaft sein, ein Objectiv von noch kürzerer Brennweite als die von No. I anzuwenden, da das Maximum der photometrischen Empfindlichkeit des Auges bei gewissen mittleren Helligkeiten eintritt, welche für Sterne der ersten Grösse bereits überschritten sind, wenn das Object. No. I angewandt wird.

Ich habe daher die Beobachtung solcher Sterne in der Regel mit Anwendung eines Blendglases (London smoke-glass) angestellt, welches vermittelst eines Schiebers nach Belieben vor das Objectiv gebracht und von demselben entfernt werden konnte.

---

hielten und erst durch Intensitätsänderungen derselben von ihrer Täuschung überführt werden konnten. Ich hatte bei diesen Versuchen das Fernrohr nach sternreichen Gegenden gerichtet, um nicht durch die Nähe der beiden künstlichen Sterne ihren Ursprung zu verrathen. Ehe das Colorimeter mit dem Apparate verbunden war, wandte ich ein blaues Kobaltglass von nicht allzu intensiver Färbung an, wodurch die Farbe der künstlichen Sterne auf überraschende Weise der mittleren Sternfarbe gleich gemacht wurde.

[1]) Steinheil, Elemente p. 67.

[2]) Ueber die Anwendung des Objectivs No. III. Vgl. die Vorrede.

Aus der beschriebenen Einrichtung geht hervor, dass die Entfernung der optischen Bilder des künstlichen Sternes von der Ocularlinse immer eine constante bleibt. Ich befestigte daher ein für mein Auge passendes Ocular *v w* (Fig. 2 Taf. I) unveränderlich an der in der Zeichnung angegebenen Stelle. Für andere Beobachter konnte auf leichte Weise durch Anschrauben geeigneter Linsen an der Ocularöffnung *o* die erwünschte Deutlichkeit erzielt werden. Es wird durch diese Einrichtung bei der grossen Brennweite der Ocularlinse ein unverhältnissmässig langer Auszug erspart, welcher sonst für verschiedene Augen erforderlich wäre. Zur bequemen Beobachtung von Zenithalsternen ist an der Ocularöffnung ein Reflexionsprisma angebracht.

In Bezug auf die Elimination des störenden Einflusses verschiedener Helligkeiten des Himmelsgrundes[1]) sei hier vorläufig nur bemerkt, dass dieser Einfluss bei dem beschriebenen Instrumente durch die Durchsichtigkeit der Spiegelplatte *S*, auf welcher sich die künstlichen Sterne projiciren, vollkommen beseitigt ist, denn es befinden sich hierdurch die Vergleichssterne mit den verglichenen immer auf demselben Grunde.

Es werden unten zahlreiche Messungen bei künstlich verändertem Grunde mitgetheilt werden, welche auch empirisch die Richtigkeit der hier aufgestellten Behauptung beweisen sollen.

Beschreibung des Apparates zur Herstellung einer constanten Lichtquelle.

Das oben beschriebene Photometer setzt das Vorhandensein einer mindestens während der Zeit zweier Ablesungen constanten Lichtquelle voraus. Der folgende Apparat wird diese Forderung nicht nur für die Zeit von zwei Beobachtungen, sondern für die Zeitdauer einer ganzen Nacht erfüllen. Ebenso ist es zur Farbenbestimmung nach der oben mitgetheilten Methode erforderlich, eine Lichtquelle von constanter Qualität zu wählen, so dass sich jeder Beobachter dieselbe leicht und sicher herstellen kann. Während aber die relativen Intensitätsverhältnisse der constanten Lichtquellen bei verschiedenen Beobachtern variiren können, ohne hierdurch die Vergleichbarkeit der erhaltenen Resultate zu beeinträchtigen, so ist es in Bezug auf vergleichbare Farbenbestimmungen durchaus nothwendig, dass die Färbung der Flamme bei allen Beobachtern die gleiche sei.

> Die Lichtquelle, welche diesen Anforderungen entspricht, ist eine Flamme, die durch ein Gas von constanter chemischer Zusammensetzung erzeugt wird, das unter einem bestimmten Druck aus einer constanten Oeffnung ausströmt.

Bunsen und Roscoe haben sich bei ihren genauen und subtilen photochemischen Untersuchungen[2]) desselben Mittels bedient, um eine ihrer photochemischen Intensität nach constante Flamme zu erhalten und dieser Umstand mag hier vorläufig genügen, um die Zweifel derer zu beseitigen, welche aus Vorurtheil der Ansicht sind, dass es auf dem ange-

---

[1]) Vgl. Steinheil, Elemente etc.... p. 44.

[2]) Poggendorff's Annalen Bd. C. 43—88. 481—516. Bd. CI. 235—263.

deuteten Wege nicht möglich sei, den aufgestellten Forderungen in genügender Weise zu entsprechen. Von absoluter Constanz der Intensität und Farbe kann hierbei natürlich ebensowenig die Rede sein, wie von der absoluten Unveränderlichkeit eines Etalon's; es kommt nur darauf an, die Veränderungen so klein zu machen, dass sie die Beobachtungen nicht über die Grenzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler hinaus beeinflussen.

Die genannten Gelehrten benutzten bei ihren Untersuchungen mit Hülfe von Blendungen nur den hellsten und chemisch am wirksamsten Theil ihrer Flamme und zwar zur Vorsicht gerade dort, wo diese ihre Intensität mit veränderter Lage der Blendung am wenigsten variirt. Die hieraus für die Constanz der einfallenden Strahlen hervorgehende Begünstigung wird offenbar desto grösser werden, je kleiner die Blendungsöffnung ist. Da wir nun nach dem Obigen bei unsern Untersuchungen nur ein sehr dünnes Strahlenbündel gebrauchen können, so wird sich hierdurch die Bedingung einer vollkommen ausreichenden Constanz der Flamme noch weit leichter erzielen lassen, als bei den Untersuchungen von Bunsen und Roscoe. Drückt man die hierin enthaltene Behauptung allgemeiner aus, so lautet sie folgendermaassen:

> Die Schwankungen der Flammenhöhe bedingen eine desto geringere Aenderung in der Intensität des abgeblendeten Strahlenkegels, je kleiner die Blendungsöffnung ist.

Fig. 3 Taf. II zeigt den erforderlichen Apparat im Durchschnitt zugleich in Verbindung mit dem Untersatz, auf welchem das oben beschriebene Photometer mit den drei Stellschrauben in kleinen Vertiefungen ($\alpha\ \beta\ \gamma$) befestigt werden kann.

Der Untersatz besteht aus zwei starken, kreisförmigen Platten *A* und *B* aus schwarz polirtem Birnbaumholz, welches sorgfältig getrocknet und vor dem Poliren mit heissem Oel behandelt worden war, um hierdurch jedes spätere Verziehen in Folge atmosphärischer Einflüsse zu verhindern.

Zum besseren Verständniss ist die untere Platte in Fig. 4 Taf. II noch einmal von oben gesehen gezeichnet. Sie enthält zunächst eine kreisförmige Aushöhlung *HH'*, welche durch den Canal *D* mit der äusseren Luft in steter Verbindung bleibt. Das Centrum *F* ist durchbohrt und läuft ebenfalls in einen Kanal *E* aus, welcher durch ein Gasleitungsrohr von Messing ausgefüllt wird, das auf die gewöhnliche Weise mit einem um seine verticale Axe drehbbaren Kniestück *K* (Fig. 3) verbunden ist. Letzteres ist, wie man aus der Zeichnung ersieht, in die obere Platte eingelassen und mündet bei *h*, so dass bei horizontaler Drehung der oberen Platte an den Handhaben *JJ'* diese Mündung in steter Verbindung mit dem Zuleitungsrohr *E* bleibt. Das Kniestück *KF* (und mit ihm die obere Platte) lässt sich vermittelst einer Schraube *b* anziehen, so dass die centrale Verbindung der beiden Röhrentheile den Platten zugleich als Zapfen dient, um welchen sich die obere Platte leicht und sanft bewegen lässt.

Die Höhlung *HH'* steht nur durch die Offnung *D* mit der äusseren Luft in Verbindung, so dass das Innere des Messingrohres *MM'*, welches über der Oeffnung *L* in der oberen Platte eingeschraubt ist, bei jeder Stellung nur durch die Oeffnung *D* mit der atmosphärischen Luft communicirt. In dem Rohre *MM'* lässt sich ein anderes *NN'* durch Friction

auf eine beliebige Höhe einstellen. An dem oberen Theile dieses Rohres ist ein kleines *m m'* befestigt, dessen äussere Oeffnung durch einen Gummischlauch *G* mit der Mündung *h* des Gasleitungsrohres in Verbindung gesetzt werden kann. Der Durchmesser der Ausströmungsöffnung beträgt 6.5 Millimeter. Der über dieser Oeffnung angebrachte Glascylinder hat eine Länge von $290^{m.m.}$ und einen Durchmesser von $23^{m.m.}$

Nach dieser Beschreibung wird man nun leicht den Zweck der einzelnen Theile des Apparates begreifen. Bei unseren gewönlichen Gaslampen findet der Zutritt der atmosphärischen Luft immer in unmittelbarer Nähe, ein wenig unter der Ausströmungsöffnung statt und hierdurch muss die geringste Bewegung der umgebenden Luftmasse an dieser Stelle auch Schwankungen der Flamme nach sich ziehen. Dieser Uebelstand ist aber bei der beschriebenen Vorrichtung beseitigt oder doch auf ein Minimum beschränkt.

Zur grössern Sicherheit kann man auch an *D* noch einen Gummischlauch befestigen und dessen Oeffnung nach einem vor jeder Luftschwankung geschützten Orte leiten. Indessen habe ich bei der praktischen Anwendung meines Apparates diese Vorsicht als überflüssig gefunden, wie die unten mitgetheilten Beobachtungsresultate zur Genüge beweisen werden. Es sind durch diese Einrichtung des Beleuchtungsapparates aber nicht nur die in unmittelbarer Nähe der Flamme stattfindenden Luftschwankungen unschädlich gemacht, sondern auch diejenigen bedeutend vermindert, welche an der oberen Oeffnung des Cylinders eintreten können.

Zur grösseren Sicherheit ist aber dennoch das in der Zeichnung (Taf. IV) angegebene Dach von Messing in einiger Entfernung von der Cylinderöffnung befestigt, um in windigen Nächten das Hineinschlagen der Luft von oben etwas zu vermindern.

Die Flammenhöhe wird durch ein kleines Fernrohr mit einem horizontal im Gesichtsfelde ausgespannten Faden controllirt, welcher stets die Spitze der Flamme tangirt.

(Vgl. Fig. 5 Taf. III und Taf. IV.) Durch den Hebel *Q*, welcher mit dem Schliessungshahn *R* des Gasleitungsrohres *E* in Verbindung steht, können die kleinsten Veränderungen in der Flammenhöhe mit aller nur wünschenswerthen Schärfe und Sicherheit hergestellt werden.

Die mit diesem Apparate nun schon seit Jahresfrist angestellten Beobachtungen haben mir die Ueberzeugung verschafft, dass die beschriebene Einrichtung mehr als hinreichend ist, um eine dem vorliegenden Zwecke entsprechende constante Flamme zu erhalten. Ich habe öfter in sehr windigen Nächten beobachtet und es hat sich gezeigt, dass die hierbei unvermeidlichen Schwankungen der Flamme ohne wesentlichen Einfluss auf die Resultate der Beobachtung gewesen sind. Zahlreiche Belege hierfür findet man in dem am Schlusse vollständig mitgetheilten Beobachtungsjournal. Es hat sich ferner gezeigt, dass selbst constante Aenderungen der Flamme von $5-6^{m.m.}$ ganz ohne Einfluss auf die Intensität der künstlichen Sterne sind, was ohne Zweifel dem oben ausführlich besprochenen Umstande gemäss durch die Feinheit des einfallenden Strahlenbündels bedingt ist.

Um alles überflüssige und den Beobachter störende Licht der Flamme zu beseitigen, ist der Cylinder bis zur halben Höhe mit einem Blechmantel umgeben[1]), welcher sich unab-

[1]) Vgl. Taf. IV.

hängig vom Cylinder auf den Rand $p\,p'$ des beschriebenen (Fig. 3) Apparates aufschieben lässt. Dieser Blechcylinder hat an der dem Photometer zugekehrten Seite eine c. 7^m.m.^ weite, kreisförmige Oeffnung und ebensolche an der gegenüberstehenden Seite. Die letztere hat den Zweck, das zum Ablesen der Kreise und Niederschreiben der Beobachtungen nothwendige Licht zu geben, welches leicht durch Vergrössern oder Verkleinern der Oeffnung nach Bedürfniss modificirt werden kann. Beim Ablesen der Kreise hielt ich ein Blatt weisses Papier in die Nähe dieser Oeffnung, so dass durch Reflexion das Licht gegen ein zweites, in die Nähe des abzulesenden Kreises gebrachtes Papierblatt geworfen und hierdurch die Theilung erleuchtet wurde.

Die Lage meines Observatoriums auf dem Lande machte die Einrichtung eines besonderen Gaserleuchtungsapparates erforderlich. Zu diesem Zwecke war im Erdgeschosse ein Gasometer von 1.496 Cub. Meter Inhalt aufgestellt, welches mittelst 5 Liter englischer Steinkohlen gefüllt werden kann und für einen Zeitraum von 8—10 Nächten bequem ausreichte. Auf seinem Wege von der eisernen Retorte zum Gasometer passirt das Gas dieselben Reinigungsvorrichtungen, wie dieselben in den grossen Gaserleuchtungsanstalten zur Anwendung kommen. Da ich das Gasometer ganz allein nur für meine Zwecke benutzte, so war der Druck ein so ausserordentlich constanter, dass sich die Flammenhöhe 4—5 Stunden lang nicht veränderte und somit die Beobachtungen ununterbrochen fortgesetzt werden konnten. Erst nach Ablauf dieser Zeit bemerkte ich an dem oben beschriebenen Fernrohr eine Verminderung dieser Höhe, welche jedoch schnell und leicht durch weiteres Oeffnen des Hahnes mit Hülfe der angegebenen Vorrichtung wieder auf die ursprüngliche Grösse gebracht werden konnte.

Prüfung des Photometers an künstlichen Sternen.

Das vorstehend beschriebene Photometer wurde nun in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit mit Hülfe der folgenden Vorrichtungen näher untersucht. (Vgl. Fig. 5 Taf. III.)

Vor das Objectiv wurde eine lange und weite Papprőhre von den aus der Zeichnung zu entnehmenden Dimensionen aufgestellt. Dieselbe war im Innern geschwärzt und liess sich an der dem Objectiv gegenüberliegenden Seite vermittelst einer Kapsel lichtdicht verschliessen. Diese Kapsel enthielt in der Mitte eine kleine geschwärzte Messingplatte mit sehr feiner Oeffnung, so dass letztere bei Vorsetzung einer Gasflamme einem Beobachter am Photometer sternartig erscheinen musste[1]). Die Farbe sowohl dieses als auch der künst-

[1]) Steinheil benutzte bekanntlich die Lichtreflexe von polirten Stahlkugeln als künstliche Sterne. Er bemerkt bei dieser Gelegenheit Folgendes (s. Elemente etc. . . . p. 52): „Auf diese Weise hervorgebrachte künstliche Sterne sind völlig frei von Beugung des Lichtes, was durch kleine Oeffnungen nie zu vermeiden gewesen wäre. Sie verschaffen den Vortheil, dass man niemals undulirende Bilder hat" u. s. w. — Der zuerst erwähnte Umstand in Betreff der Beugung ist allerdings wesentlich, wenn ein bestimmtes Helligkeitsverhältniss der künstlichen Sterne in der von Steinheil angegebenen Weise hergestellt werden soll. Dass hieraus aber ein nachtheiliger Einfluss rücksichtlich des Ansehens der künstlichen Sterne entspringen sollte und dieselben vollends unduliren sollten, habe ich nie beobachten können. Die Beugungsringe, welche natürlich der Theorie gemäss vorhanden sein müssen, sind wegen Mangel an Intensität dem Beobachter vollkommen unsichtbar,

lichen Sterne im Photometer wurde ursprünglich durch Einschaltung eines nicht allzu intensiv gefärbten, blauen Kobaltglases (welches die gelben und rothen Strahlen der Gasflamme theilweise absorbirte) vollkommen der (mittleren) natürlichen Sternfarbe gleich gemacht. — Die Zusammenstellung des angedeuteten Apparates zeigt Fig. 5 Taf. III. *A* ist die Pappröhre, welche sich bei *B* verschliessen lässt; *P* stellt das Photometer dar, welches mit seinem Objectiv theilweise in die Röhre hineinreicht. Um den bei *B* erzeugten künstlichen Stern auch noch auf optische Weise zu verkleinern und ihn dadurch bei der schwachen Vergrösserung des Apparates vollkommen durchmesserlos erscheinen zu lassen, ist vor dem Objectiv noch eine Röhre befestigt, welche eine sehr stark gekrümmte Concavlinse trägt. Hierdurch divergiren die Strahlen des künstlichen Sternes von einem dem Objectiv weit näher gelegenen Punkte, so dass letzteres mit Hülfe der oben beschriebenen Einrichtung weiter vom Ocular entfernt werden musste. Dessenungeachtet überwiegt bei der schwachen Vergrösserung die durch die Concavlinse erzeugte Verkleinerung so bedeutend, dass der beabsichtigte Zweck durch die angegebene Einrichtung vollkommen erfüllt wird, und der neue künstliche Stern von denjenigen im photometrischen Apparate in seinem Ansehen nicht im Mindesten zu unterscheiden war.

Zwischen der Gasflamme *G* (Fig. 5 Taf. III) und der Oeffnung zur Erzeugung des künstlichen Sternes ist bei *D* ein System von zwei Nicol'schen Prismen *n n'* dergestalt angebracht, dass sich das der Flamme zunächst liegende (*n*)[1]) um seine horizontale Axe drehen und diese Drehung an einem mit Nonius bis auf Minuten getheiltem Kreise ablesen lässt. Die Höhe der Gasflamme *G* wurde sorgfältig durch ein Fernrohr in der bekannten Weise controllirt.

Die Lage der beiden Nicol'schen Prismen ist so regulirt worden, dass die Polarisationsebenen beider senkrecht auf einander stehen, wenn der Index des Kreises auf Null zeigt.

Da sich dies stets nur annähernd erreichen lässt, so wurde die wirkliche Lage des Nullpunktes nachträglich durch zahlreiche Einstellungen bestimmt, bei welchen das Verschwinden einer intensiven Lichtquelle beobachet wurde.

Nach diesen Vorbereitungen konnte die Intensität des künstlichen Sternes beliebig verändert und jederzeit aus den Winkelablesungen am Kreise mit vollkommen hinreichender Genauigkeit numerisch bestimmt werden.

Es wurde nun bei verschiedenen Einstellungen des Kreises *D* die Helligkeit des künstlichen Sternes photometrisch gemessen und die erhaltenen Resultate mit den aus den Ablesungen des Kreises berechneten verglichen. Natürlich wird hierbei die Voraussetzung

vorausgesetzt, dass man die Helligkeit der künstlichen Sterne innerhalb der in der Wirklichkeit vorkommenden Grenzen verändere.

[1]) Es ist ein durchaus wesentliches Erforderniss, dass das dem Apparate zunächst liegende Nicol eine vollkommen unveränderte Lage behalte und dadurch die Richtung der Polarisationsebene des auf das Objectiv fallenden Strahlenbündels stets constant bleibe. Da nämlich die Strahlen im Photometer eine geneigte Glasplatte passiren müssen und hierdurch eine theilweise Polarisation eintritt, so würde bei Aenderung der Polarisationsebene des einfallenden Lichtes stets ein mit jener Aenderung variabler Theil desselben absorbirt und dadurch die Reinheit der folgenden Versuche getrübt werden.

gemacht, dass das Gesetz der Intensitätsabschwächung eines geradlinig polarisirten Lichtstrahls durch Drehung eines davorgesetzten Nicol'schen Prisma's vollkommen richtig sei. Wenn auch die hierüber von Dessains[1]) und Arago[2]) angestellten Experimental-Untersuchungen nur wenig umfassend sind und der empirische Beweis eines Naturgesetzes streng genommen immer nur innerhalb der Grenzen der angewandten Beobachtungsmethode Gültigkeit hat, so sind doch die theoretischen Gründe für die Richtigkeit des angenommenen Gesetzes bei der hohen Ausbildung der Undulationstheorie so gewichtig, dass ich mich einer umfassenden Untersuchung dieses Gegenstandes entschlagen zu können glaubte.

Dessenungeachtet habe ich es nicht unterlassen können, bei Gelegenheit der Bestimmung des Absorptionscoefficienten des oben erwähnten Blendglases auf diesen Punkt näher einzugehen und mich davon zu überzeugen, dass das erwähnte Gesetz wenigstens für Einstellungen des Photometers vou 24° bis 60° innerhalb der Beobachtungsfehler meiner Methode vollkommen richtig ist. Wie schon oben bemerkt, war die Anwendung einer solchen Blendung bei Beobachtungen an Sternen der ersten Grösse in den meisten Fällen nothwendig, da eine allzugrosse Helligkeit der verglichenen Sterne die Sicherheit der Einstellungen beeinträchtigte.

Bezeichnet man mit i und i' die Intensitäten des künstlichen Sternes im Photometer, welche beziehungsweise bei den am Kreise abgelesenen Winkeln φ und φ' eintreten, und nimmt an, dass die Form der Function f, welche die Beziehung der Intensität zu dem Neigungswinkel der beiden Nicol'schen Prismen ausdrückt, noch unbekannt sei, so kann man setzen:

$$\frac{i}{i'} = \frac{f.(\varphi)}{f.(\varphi')}$$

Aendert man jetzt die Intensitäten i und i' um den gleichvielten Theil ihrer Grösse, so dass also das linke Glied der obigen Gleichung constant bleibt, so müssen sich auch φ und φ' um eine gewisse Grösse ändern. Die Form der unbekannten Function wird unter diesen Umständen wesentlich dadurch bedingt sein, dass das Verhältniss ihrer Werthe, welches sie bei den veränderten Winkeln φ und φ' annimmt, ebenfalls ein constantes bleibt. Man ist nun bei einem absorbirenden Medium zu der Annahme berechtigt, dass der Absorptionscoefficient innerhalb weiter Grenzen unabhängig von der Intensität des auffallenden Lichtes ist. Bestimmt man daher diesen Coefficienten bei dem obigen Blendglase an zwei verschieden hellen Sternen, indem man die Intensitäten derselben abwechselnd bei vorgesetzter und entfernter Blendung misst, so müssen die gefundenen Werthe übereinstimmen. Dieser Fall entspricht nun aber offenbar dem oben angenommenen und da hierbei die Sinusquadrate der abgelesenen Winkel der geforderten Bedingung genügen, so wird dieser Umstand auch als Beweis für die Richtigkeit des fraglichen Gesetzes betrachtet werden müssen.

Es mögen hier die auf diesen Punkt bezüglichen Messungen folgen, wobei zu bemerken ist, dass unter dem Absorptionscoefficienten das Verhältniss der durchgegangenen zur auf-

[1]) Comptes rendus XXXI. 676.
[2]) Comptes rendus XXXI. 887.

fallenden Lichtmenge verstanden ist. Die angeführten Angulärwerthe sind die arithmetischen Mittel aus 10 Beobachtungen [1]).

Den 20. März 1860. Mittlere Beobachtungszeit $11^{h.} 0^{m.}$

1. Beobachtungen an Pollux.

a) Ohne Blendung $\varphi = 59° 54'$

b) Mit Blendung $\varphi_{,} = 28° 30'$

$$\frac{\text{Sin}^2 \varphi}{\text{Sin}^2 \varphi'} = 3.287.$$ Wahrscheinlicher Fehler = 0.0303.

2. Beobachtungen an Regulus.

a) Ohne Blendung $\varphi = 47° 6'$

b) Mit Blendung $\varphi_{,} = 24° 0'$

$$\frac{\text{Sin}^2 \varphi}{\text{Sin}^2 \varphi'} = 3.244.$$ Wahrscheinlicher Fehler = 0.0299.

Die Abweichungen beider Zahlenwerthe liegen also innerhalb der Grenzen des wahrscheinlichen Fehlers und müssen daher nach dem Obigen als Beweise für die Richtigkeit der angenommenen Function angesehen werden.

Da absichtlich zwei möglichst verschieden gefärbte Sterne für diese Beobachtungen gewählt wurden, so beweist die gefundene Uebereinstimmung ferner, dass das Blendglas innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler nicht die Strahlen einer gewissen Farbe mehr als die einer andern absorbirt.

Aus der ganzen Einrichtung des beschriebenen Photometers geht schon a priori hervor, dass ein etwa störender Einfluss des verschieden stark beleuchteten Himmelsgrundes vollkommen beseitigt ist. Dessenungeachtet schien es mir wünschenswerth, dies auch unmittelbar durch Versuche zu bestätigen.

Es musste zu diesem Zwecke eine solche Einrichtung getroffen werden, dass der Grund, auf welchem der künstliche Stern erschien, nach Belieben erhellt oder verdunkelt werden konnte, so zwar, dass das Ansehen des Grundes sowohl der Homogenität als auch der Farbe nach vollkommen dem Ansehen des Himmels gleicht. Diesen Anforderungen konnte auf folgende einfache Weise mit aller nur wünschenswerthen Vollkommenheit genügt werden.

Die Pappröhre *A* (Fig. 5 Taf. III) ist bei *C* seitlich durchbrochen, so jedoch, dass sich diese Oeffnung mittelst einer Kapsel nach Belieben öffnen und schliessen lässt. Die Röhre *A* ist in Fig. 6 Taf. III zum besseren Verständniss noch einmal im Durchschnitt von oben gesehen gezeichnet. Das seitlich angebrachte Röhrenstück, welches die Kapsel *F* trägt, enthält eine matt geschliffene blaue Glasplatte *p*, der gegenüber sich im Innern der grossen Röhre eine unter 45° gegen deren Axe geneigte, verticale planparallele Glasplatte *S* befindet. Lässt man nun seitlich bei *C* Licht einfallen, so erscheint das Gesichtsfeld himmelblau erleuchtet und zwar vollkommen gleichmässig, weil sich der künstliche Stern und das Bild

[1]) Die einzelnen Beobachtungswerthe sind in der Copie der Originalbeobachtungen nachzusehen.

der matt geschliffenen Glasplatte in verschiedenen Entfernungen vom Objectiv befinden, so dass sich bei Einstellung des Fernrohres auf den künstlichen Stern alle Unebenheiten der besagten Platte ausgleichen und auf diese Weise der Eindruck der vollkommensten Gleichmässigkeit erzeugt wird. Abgesehen hiervon ist auch im Uebrigen die Aehnlichkeit des auf die beschriebene Art künstlich hergestellten Himmelsgrundes mit dem wirklichen überraschend.

Die Beobachtungen an diesem Apparate wurden theils des Abends theils am Tage in einem so weit verfinsterten Zimmer angestellt, als zur Beseitigung alles störenden Lichtes erforderlich war.

Resultate der Beobachtungen an künstlichen Sternen.

Zuerst soll die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers einer einzelnen Beobachtung bestimmt werden und zwar sowohl bei verschiedenen Helligkeiten des Normalsterns als auch bei beleuchtetem und dunklem Grunde. Es können diese Umstände offenbar von Einfluss auf die Messungen sein und müssen daher getrennt einer besonderen Untersuchung unterworfen werden.

Um die Helligkeit des künstlichen Sternes zu verändern, wurde der betreffende Kreis (*D* Fig. 5 Taf. III) (den ich in der Folge als Normalkreis bezeichnen werde) nach einander auf folgende drei verschiedene Einstellungen gebracht:

1. Einstellung = 40°
2. „ = 30°
3. „ = 20°

Correction = — 30′

Die Helligkeit des künstlichen Sternes entsprach bei der ersten Einstellung ungefähr einem Sterne der 2. bis 3. Grösse.

Setzt man die Intensität des künstlichen Sternes bei der dritten Einstellung der Einheit gleich, so werden die Intensitäten bei den drei Einstellungen mit Berücksichtigung der Correction durch folgende Zahlen ausgedrückt:

Intensität der 1. Einstellung = 3.631
„ „ 2. „ = 2.176
„ „ 3. „ = 1.000

Bei jeder dieser drei Einstellungen wurden nun 40 bis 42 Beobachtungen auf dunklem und ebensoviel auf hellem Grunde angestellt, im Ganzen 245 Beobachtungen. Je zwei gehören zusammen und sind zu beiden Seiten des 0-Punktes angestellt, so dass beim arithmetischen Mittel der durch die (gegenseitig) nie vollkommen verticale Lage der Hauptschnitte der beiden Nicol'schen Prismen (bei der Einstellung auf 0°) erzeugte Fehler vollkommen eliminirt ist.

Während der 20 bis 21 Doppelablesungen am Photometer wurde der künstliche Stern auf die oben angegebene Weise vollkommen constant erhalten, so dass das aus je zwei Doppelablesungen berechnete Intensitätsverhältniss stets der Einheit gleich sein müsste, wenn

die Beobachtungen fehlerlos wären. Bezeichnet man daher, wie üblich, die Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung $(R-B)$ als den begangenen Fehler, so erhält man den Werth des letzteren mit dem entsprechenden Vorzeichen (da R immer gleich 1 ist) einfach durch Subtraction des beobachteten Intensitätsverhältnisses von der Einheit.

Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers.

Die folgenden Tabellen enthalten die in der beschriebenen Weise erhaltenen Beobachtungsresultate an künstlichen Sternen. In der zweiten Columne sind die arithmetischen Mittel aus je zwei in benachbarten Quadranten angestellten Einzelbeobachtungen mitgetheilt. In der 3. Columne ist das aus je zwei solcher aufeinander folgender Doppelablesungen bestimmte Intensitätsverhältniss angegeben, so dass z. B. in Tabelle I. folgende Gleichungen bestehen:

$$1.006 = \frac{\text{Sin}^2\, 68^\circ\, 12'}{\text{Sin}^2\, 67^\circ\, 48'} \qquad 0.958 = \frac{\text{Sin}^2\, 67^\circ\, 48'}{\text{Sin}^2\, 71^\circ\, 0'} \quad \text{etc.} \ldots$$

Der mittlere Fehler ist mit ε, der wahrscheinliche mit r und die Anzahl der zur Berechnung dieser Werthe combinirten Doppelablesungen mit m bezeichnet.

Ich habe nun gesetzt:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{m}} \quad \text{und} \quad r = 0.67449\, \varepsilon$$

wobei unter x der absolute Werth des begangenen Fehlers zu verstehen ist[1]). Diese Bemerkungen werden zum Verständniss der nun folgenden Tabellen ausreichend sein.

---

[1]) Vgl. G. **Hagen**, Grundzüge der Wahrscheinlichkeits-Rechnung, Berlin 1837, Seite 60.

Tabelle I.

Heller Grund.

18. Oct. 1859.

Nummer. der Beobacht.	Eingestellte Winkel am Photometer.	Relative Intensität.	Fehler. R—B (x)	Fehlerquadrate. (x^2)	Bemerkungen.
1.	68° 12′	1.006	−0.006	0.000036	
2.	67 48	0.958	+0.042	1764	
3.	71 0	1.015	−0.015	225	
4.	69 48	0.979	+0.021	441	
5.	71 30	1.017	−0.017	289	
6.	70 6	0.989	+0.011	121	Der Normalkreis war auf 40° eingestellt.
7.	71 0	0.977	+0.023	529	
8.	73 6	1.072	−0.072	5184	
9.	67 30	1.031	−0.031	961	Correction = −30′
10.	65 30	0.982	+0.018	324	
11.	66 42	0.974	+0.026	676	
12.	68 30	0.991	+0.009	81	
13.	69 12	1.031	−0.031	961	
14.	67 0	0.993	+0.007	49	
15.	67 30	0.999	+0.001	1	
16.	67 36	0.991	+0.009	81	
17.	68 12	0.976	+0.024	576	
18.	70 0	1.021	−0.021	441	
19.	68 24	1.028	−0.028	784	
20.	66 30				
	Mittel = 1.002		$\Sigma(x^2)$ = 0.013524		

Hierans ergiebt sich: $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{m}} = \pm 0.0267$ und demnach

$r = 0.67449\ \varepsilon = \pm 0.0180$

für eine Doppelablesung.

Tabelle II.

Heller Grund.

18. Oct. 1859.

Nummer der Beobacht.	Eingestellte Winkel am Photometer.	Relative Intensität.	Fehler. R—B (x)	Fehlerquadrate. (x^2)	Bemerkungen.
1.	43° 18′	0.975	+0.025	0.000625	
2.	44 0	1.019	—0.019	361	
3.	43 30	1.011	—0.011	121	
4.	43 12	1.000	±0.000	0	
5.	43 12	1.019	—0.019	361	
6.	42 42	0.956	+0.044	1936	Der Normalkreis war
7.	43 54	1.034	—0.034	1156	auf 30° eingestellt.
8.	43 0	0.974	+0.026	676	
9.	43 42	1.019	—0.019	361	Correction = — 30′
10.	43 12	0.982	+0.018	324	
11.	43 42	1.022	—0.022	484	
12.	43 6	1.012	—0.012	144	
13.	42 48	0.981	+0.019	361	
14.	43 18	1.023	—0.023	529	
15.	42 42	0.960	+0.040	1600	
16.	43 48	1.042	—0.042	1764	
17.	42 42	0.978	+0.022	484	
18.	43 18	1.015	—0.015	225	
19.	42 54	1.004	—0.004	16	
20.	42 48				
	Mittel = 1.001		$\Sigma (x^2)$ = 0.011528		

Hieraus ergiebt sich: $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma (x^2)}{m}} = \pm 0.0246$ und demnach

$r = 0.67449\ \varepsilon = \pm 0.0166$

für eine Doppelablesung.

Tabelle III.

Heller Grund.

18. Oct. 1859.

Nummer der Beobacht.	Eingestellte Winkel am Photometer.	Relative Intensität.	Fehler. R—B = (x)	Fehlerquadrate. (x^2)	Bemerkungen.
1.	28° 6′	0.981	+0.019	0.000361	
2.	28 24	0.981	+0.019	361	
3.	28 42	1.046	—0.046	2116	
4.	28 0	1.047	—0.047	2209	
5.	27 18	0.967	+0.033	1089	
6.	27 48	1.000	±0.000	0	Der Normalkreis war
7.	27 48	0.987	+0.013	169	auf 20° eingestellt.
8.	28 0	1.034	—0.034	1156	
9.	27 30	0.980	+0.020	400	Correction = —30′
10.	27 48	1.041	—0.041	1681	
11.	27 12	1.014	—0.014	196	
12.	27 0	0.993	+0.007	49	
13.	27 6	0.986	+0.014	196	
14.	27 18	0.987	+0.013	169	
15.	27 30	0.942	+0.058	3364	
16.	28 24	1.083	—0.083	6889	
17.	27 12	0.993	+0.007	49	
18.	27 18	1.007	—0.007	49	
19.	27 12	0.960	+0.040	1600	
20.	27 48				
	Mittel =	1.001	$\Sigma(x^2)$ =	0.022103	

Hieraus ergiebt sich: $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{m}} = \pm 0.03411$ und demnach

$r = 0.67449\ \varepsilon = \pm 0.0230$

für eine Doppelablesung.

Tabelle IV.

Dunkler Grund.

19. Oct. 1859.

Nummer der Beobacht.	Eingestellte Winkel am Photometer.	Relative Intensität.	Fehler R—B = (x)	Fehlerquadrate. (x^2)	Bemerkungen.
1.	72° 6′	0.986	+0.014	0.000196	
2.	73 24	0.994	+0.006	36	
3.	74 0	0.985	+0.015	225	
4.	75 36	1.017	—0.017	289	
5.	73 48	1.003	—0.003	9	
6.	73 30	0.988	+0.012	144	Der Normalkreis war
7.	72 42	1.029	—0.029	841	auf 40° eingestellt.
8.	72 0	0.980	+0.020	400	
9.	73 54	1.030	—0.030	900	Correction = —30′
10.	71 12	0.964	+0.036	1296	
11.	74 36	1.034	—0.034	1156	
12.	71 30	0.992	+0.008	64	
13.	72 12	0.967	+0.033	1089	
14.	75 30	1.036	—0.036	1296	
15.	72 0	1.000	±0.000	0	
16.	72 0	0.972	+0.028	784	
17.	74 42	1.021	—0.021	441	
18.	72 42	0.998	—0.002	4	
19.	72 54	0.977	—0.023	529	
20.	75 12				
	Mittel = 0.999		$\Sigma(x^2)$ = 0.009699		

Hieraus ergiebt sich: $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{m}} = \pm 0.0226$ und demnach

$r = 0.67449\ \varepsilon = \pm 0.0152$

für eine Doppelablesung.

Tabelle V.

Dunkler Grund.

19. Oct. 1859.

Nummer der Beobacht.	Eingestellte Winkel am Photometer.	Relative Intensität.	Fehler. R—B = (x)	Fehlerquadrate. (x^2)	Bemerkungen.
1.	45° 42′	0.964	+0.036	0.001296	
2.	46 48	0.978	+0.022	484	
3.	47 30	1.000	±0.000	0	
4.	47 30	0.963	+0.037	1369	
5.	48 42	1.006	—0.006	36	
6.	48 30	0.991	+0.009	81	Der Normalkreis war
7.	48 48	1.012	—0.012	144	auf 30° eingestellt.
8.	48 24	1.052	—0.052	2704	
9.	46 48	0.927	+0.073	5329	Correction = —30′
10.	49 12	1.031	—0.031	961	
11.	48 12	0.973	+0.027	729	
12.	49 6	0.985	+0.015	225	
13.	49 36	0.974	+0.026	676	
14.	50 30	1.045	—0.045	2025	Die Beobachtungen
15.	49 0				16 bis 21 sind am
16.	41 12	1.000	±0.000	0	20. October ange-
17.	41 12	1.024	—0.024	576	stellt und daher we-
18.	40 36	0.992	+0.008	64	gen der veränderten
19.	40 48	0.992	+0.008	64	Flammenhöhe zwi-
20.	41 0	0.976	+0.024	576	schen Beob. 15 u. 16
21.	41 36				keine Relation.
		Mittel = 0.994	$\Sigma(x^2)$ = 0.017339		

Hieraus ergiebt sich: $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{m}} = \pm 0.0302$ und demnach

$r = 0.67449\ \varepsilon = \pm 0.0204$

für eine Doppelablesung.

Tabelle VI.

Dunkler Grund.

20. October 1859.

Nummer der Beobacht.	Eingestellte Winkel am Photometer.	Relative Intensität.	Fehler R—B=(x)	Fehlerquadrate. (x^2)	Bemerkungen.
1.	26° 48′	1.036	—0.036	0.001296	
2.	26 18	0.993	+0.007	49	
3.	26 24	1.007	—0.007	49	Der Normalkreis war auf 20° eingestellt.
4.	26 18	0.921	+0.079	6241	
5.	27 30	1.102	—0.102	10404	
6.	26 6	0.945	+0.055	3025	Correction = —30°
7.	26 54	1.014	—0.014	196	
8.	26 42	1.036	—0.036	1296	
9.	26 12	1.000	±0.000	0	
10.	26 12	0.966	+0.034	1156	
11.	26 42	0.960	+0.040	1600	
12.	27 18	0.954	+0.046	2116	Die Beobachtungen 18—21 sind am 21. October angestellt; daher zwischen Beobachtung 17 u. 18 keine Relation.
13.	28 0	1.007	—0.007	49	
14.	27 54	0.993	+0.007	49	
15.	28 0	1.077	—0.077	5929	
16.	26 54	1.021	—0.021	441	
17.	26 36				
18.	30 54	1.000	±0.000	0	
19.	30 54	1.055	—0.055	3025	
20.	30 0	0.942	+0.058	3364	
21.	31 0				
	Mittel = 1.001		$\Sigma(x^2)$ = 0.041285		

Hieraus ergiebt sich: $\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{m}} = \pm 0.0466$ und demnach

$r = 0.67449\varepsilon = \pm 0.0314$

für eine Doppelablesung.

Die wahrscheinlichen Fehler bei einer Doppelablesung sind demnach:

Intensität.	Heller Grund.	Dunkler Grund.
3.631	± 0.0180	± 0.0152
2.176	± 0.0166	± 0.0204
1.000	± 0.0230	± 0.0314
Mittel:	± 0.0192	± 0.0223

Die grössten Fehler kommen demnach bei der schwächsten Helligkeit vor, wie dies auch wegen der grösseren Anstrengung des Auges zu erwarten war. — Vergleicht man die mittleren wahrscheinlichen Fehler auf hellem und dunklem Grunde, so sind dieselben auf letzterem grösser, wie ich dies ebenfalls erwartete, indem es für mein Auge wohlthuender ist, auf etwas hellem Grunde zu beobachten. Abgesehen vom Grunde ist daher der wahrscheinliche Fehler des Apparates bei einer Doppelablesung

$$r = \pm 0.0207.$$

Hieraus ergeben sich für die wahrscheinlichen Fehler (R) bei Combination einer grösseren Anzahl (n) von Beobachtungen nach der Formel

$$R = \frac{\pm r}{\sqrt{n}}$$

die folgenden Werthe:

Anzahl der Doppelablesungen.	R.	log. R.
1	± 0.0207	0.31587 — 2
2	± 0.0147	0.16336 — 2
3	± 0.0119	0.07531 — 2
4	± 0.0103	0.01284 — 2
5	± 0.0092	0.96439 — 3
7	± 0.0078	0.89132 — 3
13	± 0.0057	0.75690 — 3
20	± 0.0046	0.66336 — 3

Ich habe diese Werthe deshalb hier vollständig mitgetheilt, weil dieselben dazu gedient haben, die wahrscheinlichen Fehler der später angestellten Beobachtungen zu berechnen.

Es bedarf kaum erwähnt zu werden, dass diese Grösse des wahrscheinlichen Fehlers nicht unmittelbar auf andere Beobachter übertragen werden kann, indem dieselbe weniger durch die exacte Ausführung des Apparates als vorzugsweise durch die individuelle Eigenthümlichkeit des Beobachters bedingt ist. Man kann daher, wenn der Ausdruck gestattet ist, diese

Grösse als eine psychologische Constante bezeichnen, welche mit jedem Beobachter variirt und daher für jeden besonders bestimmt werden muss.

Indessen habe ich sehr oft und mit Bestimmtheit zu beobachten Gelegenheit gehabt, dass auch die Stimmung und die Disposition des Beobachters von nicht geringem Einfluss sind und die Grösse des begangenen Fehlers bedeutend modificiren. Unbequemlichkeiten in der Handhabung des Apparates sind vorzugsweise geeignet in diesem Sinne nachtheilig einzuwirken, und ich betrachte es gerade als einen Hauptvorzug meiner Methode, diesen Uebelstand vollkommen beseitigt zu haben.

Methode zur Ermittelung constanter Fehlerquellen des Apparates und zur Elimination physiologischer Verschiedenheiten der Augen.

Die nun folgenden Beobachtungen sollen entscheiden, ob das mit Hülfe des Photometers bestimmte Intensitätsverhältniss zweier Sterne mit dem in der That stattfindenden Verhältniss übereinstimmt oder nicht. Findet eine solche Uebereinstimmung statt, so wird hierdurch zweierlei bewiesen: erstens, dass im Apparate selber keine constante Fehler vorhanden sind und zweitens, dass die physiologische Reizbarkeit der Retina[1]) für den Abstand der verglichenen Lichtpunkte eine constante ist.

Die Beobachtungen wurden mit Hülfe des zur Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers angewandten Apparates in der Weise angestellt, dass der Normalkreis abwechselnd auf seine drei Einstellungen gebracht und bei jeder Einstellung eine Doppelablesung am Photometer gemacht wurde. Die folgende Tabelle enthält die aus diesen Beobachtungen berechneten Intensitätsverhältnisse. Ueber jeder Columne steht das aus den Einstellungen des Normalkreises bestimmte Intensitätsverhältniss. Die Werthe der ersten drei Reihen sind durch Beobachtungen auf hellem, die der vierten auf dunklem Grunde erhalten, was übrigens für den vorliegenden Zweck vollkommen gleichgültig ist. Die Werthe der unmittelbaren Einstellungen sind im Beobachtungsjournal angegeben.

---

[1]) Vgl. Einleitung § 3.

Tabelle VII.

Heller Grund.				Dunkler Grund.
Nummer der Beobacht.	**1.668**	**2.176**	**3.631**	**2.176**
1.	1.666	2.328	3.860	2.377
2.	1.663	2.230	3.545	2.142
3.	1.776	2.130	3.774	2.199
4.	1.587	2.321	3.568	2.230
5.	1.646	2.285	3.690	2.174
6.	1.780	2.317	3.456	2.401
7.	1.681	2.150	3.814	2.046
8.	1.694	2.040	3.521	2.030
9.	1.606	2.018	3.626	2.180
10.	1.669	2.121	3.492	2.114
11.	1.649	2.003	3.568	2.046
12.	1.630	2.217	3.641	2.214
13.	1.647	2.203	3.601	2.114
Mittel =	**1.668**	**2.182**	**3.627**	**2.174**
Wahrsch. Fehler.	±0.0095	±0.0125	±0.0205	±0.0124

Wie man sieht, liegen die Abweichungen vollkommen innerhalb der Grenzen des wahrscheinlichen Beobachtungsfehlers und es sind somit die oben erwähnten Punkte als thatsächlich für mein Auge erwiesen anzunehmen.

Sollten sich aber auch für gewisse Augen dergleichen constante oder mit dem Intensitätsverhältniss variable Differenzen herausstellen, so würde sich doch mit Hülfe der angegebenen Methode die Grösse dieser Differenzen jederzeit empirisch ermitteln und mithin eine Correctionstabelle entwerfen lassen Als Resultat dieser Untersuchung ergiebt sich demnach Folgendes:

> Durch die angegebene Prüfung des beschriebenen Photometers an künstlichen Sternen ist man im Stande, den Begriff des relativen Intensitätsverhältnisses zweier Sterne vollkommen von der Subjectivität des Beobachters unabhängig zu machen.

Ich bemerke übrigens, dass es bei der angegebenen Einrichtung des Instruments auch ohne besondere Vorrichtung möglich ist, die soeben beschriebene Prüfung des Auges vorzunehmen, was insofern von Wichtigkeit ist, als jeder Beobachter durchaus genöthigt ist, die beschriebene Voruntersuchung bei sich selber anzustellen. — Man braucht nämlich nur das Fernrohr nach einem bestimmten Stern zu richten und die Helligkeit desselben durch Anwendung geeigneter Objectivblendungen zu verändern. Kennt man den Durchmesser dieser Blendungen, so ist auch die Grösse der bewirkten Helligkeitsänderung bekannt. Diese Aenderungen werden photometrisch bestimmt und die Uebereinstimmung der hierbei gefundenen Werthe mit den aus den Blendungsdurchmessern berechneten beweist ebenfalls die oben etwas umständlicher ermittelten Thatsachen.

Durch das beschriebene Verfahren kann bezüglich der Elimination physiologischer Verschiedenheiten der Augen nur ermittelt werden, ob die Reizbarkeit ein und derselben Netzhaut an nahe gelegenen Punkten übereinstimmt, eine Bedingung, welche durchaus erfüllt sein muss, um brauchbare photometrische Resultate zu erhalten.

Zur Ermittellung derjenigen Abweichungen, welche für verschiedene Netzhäute bezüglich der Farbenempfindungen stattfinden, ist bei der Farbenbestimmung der Gestirne (p. 38) das Nothwendige mitgetheilt worden.

Die Elimination des Grundes.

Die nun folgende Tabelle soll empirisch die freilich auch schon aus der Construction des Photometers a priori erwartete, vollkommene Elimination des Himmelsgrundes beweisen. Es wurden zu diesem Zwecke je zwei aufeinanderfolgende Doppelablesungen auf verschiedenem Grunde angestellt, wobei die Aenderungen des letzteren nach der oben angegebenen Methode bewerkstelligt wurden. Die an die Spitzen der drei Columnen gestellten Zahlen beziehen sich wieder auf die zwischen je zwei Doppelablesungen am Normalkreise eingestellten Intensitätsverhältnisse.

(Die Tabelle s. a. f. S.)

Tabelle VIII.

Abwechselnd heller und dunkler Grund.			
Nummer der Beobacht.	1.668	2.176	3.632
1.	1.629	2.010	3.286
2.	1.538	2.161	3.549
3.	1.626	2.168	3.032
4.	1.488	1.985	3.304
5.	1.556	2.370	3.950
6.	1.611	2.075	3.425
7.	1.750	2.220	3.948
8.	1.656	2.042	4.001
9.	1.871	2.181	3.865
10.	1.785	2.041	3.798
11.	1.654	2.216	3.612
12.	1.775	2.096	3.578
Mittel =	1.661	2.128	3.612
Wahrsch. Fehler	±0.0095	±0.0122	±0.0206

Es folgt somit aus der Uebereinstimmung der betreffenden Werthe, dass die Helligkeit des Himmelsgrundes bei der beschriebenen Methode vollkommen eliminirt ist, was bewiesen werden sollte.

Ueber Helligkeitsmessung verschiedenfarbiger Sterne.

Wie schon in der Einleitung bemerkt, haben Purkinje, Dove und Helmholtz die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass zwei verschiedene Farben, welche bei einer gewissen Intensität einen nahezu gleichen physiologischen Eindruck machen, diese Gleichheit verlieren, wenn beide Farben um den gleichvielten Theil ihrer ursprünglichen Intensität verstärkt oder vermindert werden. Diese Aenderung des physiologischen Eindrucks steht zur Brechbarkeit der verglichenen Farben in einer solchen Beziehung, dass bei wachsender Intensität die weniger brechbare, bei abnehmender die stärker brechbare Farbe überwiegt. — Offenbar muss dieser Umstand bei der Vergleichung verschiedenfarbiger Sterne berücksichtigt

werden, und es handelt sich darum, eine Methode zu ermitteln, um die Grösse des erwähnten Einflusses numerisch zu bestimmen, innerhalb welcher dieselbe vernachlässigt werden darf.

Ich habe hierzu einfach den folgenden Weg eingeschlagen. Die Farbe des künstlichen Normalsternes in dem beschriebenen Apparate wurde durch Entfernung des blauen Glases in Roth verwandelt[1]), während die künstlichen Sterne des Photometers ihre gewöhnliche, bläulichweisse Farbe behielten. Die Intensität des Normalsterns wurde nun ganz in der obigen Weise durch die drei verschiedenen Einstellungen verändert und bei jeder derselben die Helligkeit durch zwei Beobachtungen am Photometer bestimmt. Wie man sieht, kann bei dieser Anordnuug der Versuche nur von einer Gleichheit des physiologischen Eindruckes die Rede sein[2]). Ueberwiegt derselbe nun dem Obigen gemäss bei wachsender Intensität des rothen Sternes, so muss die Intensität des damit verglichenen blauen Sternes um einen grösseren Bruchtheil seiner ursprünglichen Helligkeit vermehrt werden, als dies bei dem rothen der Fall ist, so dass also die aus den photometrischen Beobachtungen abgeleiteten Intensitätsverhältnisse im Allgemeinen grösser als die aus den Einstellungen des Normalkreises berechneten ausfallen müssen.

Die Beurtheilung der Stärke des physiologischen Eindruckes zweier Farben ist für mein Auge bei Vergleichung von nicht allzuhellen Lichtpunkten bei weitem sicherer als bei Vergleichung von Flächen. Die Empfindlichkeit für Farbenunterschiede scheint mit der Grösse der gereizten Stelle auf der Retina zu wachsen[3]).

Die folgende Tabelle enthält die Resultate der in der beschriebenen Art angestellten Beobachtungen. Um jedoch auch einen etwaigen Einfluss des Grundes hierbei kennen zu lernen, ist derselbe abwechselnd erhellt und verdunkelt worden, so dass je zwei Doppelablesungen auf verschiedenem Grunde angestellt sind und also bei diesen Beobachtungen die Modification der äusseren Bedingungen ihr Maximum erreicht hat.

---

[1]) Die Farbe des Gas- und Lampenlichtes stimmt ungefähr mit der Röthe des Mars in der Nähe des Horizontes überein; indessen möchte die Farbe jener Flammen eher noch etwas röther als diejenige dieses Sternes sein.

[2]) Vgl. Einleitung § 7.

[3]) Vgl. Helmholtz, physiol. Optik p. 300. — Aubert, Archiv f. Ophtalm. Bd. III. Abth. II. p. 60.

Tabelle IX. [1]

Rothe und blaue Sterne abwechselnd auf hellem und dunklem Grunde verglichen.			
Nummer der Beobacht.	**1.654**	**2.145**	**3.539**
1.	1.600	2.090	3.355
2.	1.574	2.341	3.601
3.	1.683	1.997	3.980
4.	1.543	2.139	3.469
5.	1.622	2.140	3.482
6.	1.989	2.044	3.990
7.	1.502	2.065	3.157
Mittel =	**1.645**	**2.117**	**3.576**
Wahrsch. Fehler	± 0.013	± 0.016	± 0.028

Obgleich die Werthe der wahrscheinlichen Fehler nur für gleich gefärbte Sterne ermittelt worden sind, so wird im Allgemeinen die Uebereinstimmung der erhaltenen Zahlen dennoch als eine befriedigende zu betrachten sein und zu dem Schlusse berechtigen, dass innerhalb der angewandten Intensitätsdifferenzen die besagte Eigenthümlichkeit der Retina für mein Auge noch ohne merkbaren Einfluss auf die Beobachtungen ist.

Hätte sich ein solcher Einfluss ergeben, so wäre derselbe offenbar nach der mitgetheilten Methode zugleich numerisch bestimmt gewesen, so dass mit Hülfe des angegebenen Verfahrens die daraus für verschiedene Beobachter resultirenden Fehler als vollkommen eliminirt zu betrachten sind.

Ueber Farbenbestimmung der Gestirne.

Das Princip und die Methode, nach welcher die Farben der Sterne durch bestimmte Zahlen ausgedrückt werden können, ist im Allgemeinen schon oben bei der Beschreibung des Photometers und des damit verbundenen Colorimeters auseinandergesetzt worden. Es

1) Die Einstellungen am Normalkreise waren wie früher 40° 30° u. 20° Die Correction betrug aber hierbei — 2′ während dieselbe bei den früheren Tabellen stets — 30′ betrug.

wird sich nun im Folgenden darum handeln, die Bedingungen näher zu untersuchen, unter welchen die von verschiedenen Personen angestellten Beobachtungen, vergleichbare Resultate liefern können.

Alle Ursachen, welche eine derartige Verschiedenheit zu bedingen im Stande sind, lassen sich zunächst in zwei Klassen bringen, nämlich:

1. in solche, welche aus den physiologischen Verschiedenheiten der Augen hervorgehen;
2. in solche, welche durch Ungleichheiten der photometrischen Apparate erzeugt werden.

Als Prototyp der zuerst genannten Klasse können wir das Vorkommen der partiellen Farbenblindheit betrachten. Wir wollen daher unter der Voraussetzung, dass diese Anomalie eine allgemeine sei, diejenigen Consequenzen entwickeln, welche sich hieraus erstens in Bezug auf die Bestimmung des physiologischen Intensitätsverhältnisses verschiedenfarbiger Sterne, zweitens in Bezug auf die Bestimmung der Farben als solcher ergeben. Das Ziel unserer Untersuchung wird daher vorzugsweise darauf gerichtet sein, einerseits eine allgemeine und möglichst einfache Methode ausfindig zu machen, wodurch sich ein jeder Beobachter davon überzeugen kann, ob sein Auge mit der besagten Anomalie behaftet sei oder nicht, andererseits, wenn ersteres der Fall ist, quantitativ jene Abweichungen zweier verschieden organisirter Augen zu bestimmen und so eine Vergleichbarkeit der von ihnen angestellten Beobachtungen zu ermöglichen.

Nach der Hypothese von Th. Young[1]), welche wir der Einfachheit wegen unseren Betrachtungen zu Grunde legen wollen, (ohne sie deshalb für bewiesen zu halten) giebt es im Auge drei Arten von Nervenfasern, von denen die Reizung der einen die Empfindung des Roth, die Reizung der andern die Empfindung des Grün, die Reizung der dritten die Empfindung des Violett vermittelt. Jede physikalisch homogene Spectralfarbe erregt gleichzeitig alle drei Arten von Nervenfasern, nur nach Massgabe der Wellenlänge in verschiedenem Grade.

„Die rothempfindenden Fasern werden am stärksten erregt von dem Lichte grösster Wellenlänge, die grünempfindenden von dem Lichte mittlerer Wellenlänge, die violettempfindenden von dem Lichte kleinster Wellenlänge."[2]) Die Stärke der Reizung ist daher für jede der drei Klassen von Nervenfasern eine verschiedene Function der Wellenlänge des auffallenden homogenen Lichtes. Ausserdem ist der Reiz eine Function von der lebendigen Kraft des schwingenden Aethermolecüles. Bezeichnen wir daher mit r die Stärke des Reizes in den rothempfindenden Fasern und analog mit g und v die Stärke des Reizes in den grün- und violettempfindenden Fasern, ferner mit λ die Wellenlänge und ω die lebendige Kraft des jene Nervenfasern afficirenden Lichtes, so haben wir folgende Beziehungen:

$$r = \varphi\,(\omega\;\lambda) \qquad g = \chi\,(\omega\;\lambda) \qquad v = \psi\,(\omega\;\lambda)$$

---

1) Th. Young, Lectures on natural philosophy, London 1807. Ueber die Einwürfe gegen diese Theorie vergl. Edm. Rose in v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. VII. 2. p. 72—108.

2) Helmholtz, physiologische Optik p. 291.

Insofern diese Ausdrücke auf das Spectum einer bestimmten Lichtquelle bezogen werden, ist auch ω eine Function von λ, deren analytische Form von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Lichtquelle abhängig und daher für diese Eigenschaften derselben characteristisch ist. Die Verschiedenheit dieser Function bei verschiedenen Lichtquellen macht sich dem Auge als verschiedene Färbung derselben bemerklich.

Ueber die Beschaffenheit der Functionen φ, χ und ψ wissen wir nach dem oben Bemerkten bis jetzt nur so viel, dass jede für einen bestimmten Werth von λ ein Maximum erreicht, welches jedoch entsprechend der obigen Reihenfolge successive für kleinere Werthe von λ eintritt.

Die allgemeinste Annahme, welche wir nun in Bezug auf verschiedene Augen machen können, ist offenbar die, dass die Beschaffenheit der Functionen φ χ ψ in jedem Auge eine besondere sei. Diese Annahme umfasst als einen Specialfall die Farbenblindheit (Achromatopsia, Daltonismus), indem dann eine der drei Functionen für jeden Werth von λ gleich 0 ist.

Wie wir gesehen haben, setzt die Young'sche Hypothese eine vollkommene Unabhängigkeit jener drei Vorgänge in den Elementen der Retina voraus, welche in uns durch ihr Zusammenwirken die Reihe der Farbenempfindungen des Spectrums vermitteln. Diese Voraussetzung involvirt aber in Bezug auf die Stärke der Reizung den folgenden Satz:

> Die Stärke des physiologischen Reizes einer jeden Spectralfarbe ist die Summe aus den Elementarreizen, welche die Strahlen von der jener Farbe entsprechenden Brechbarkeit in den drei Arten der Nervenfasern einzeln hervorbringen.

Bezeichnen wir daher die Stärke des Reizes oder die Empfindungsstärke, welche Strahlen von der Wellenlänge λ des Sonnenspectrums in uns erzeugen mit R, so haben wir mit Berücksichtigung des Obigen:

$$R = r + g + v = \varphi(\omega\,\lambda) + \chi(\omega\,\lambda) + \psi(\omega\,\lambda) = F(\omega\,\lambda).$$

Da nun nach unserer Hypothese die Functionen φ, χ u. ψ vollkommen unabhängig voneinander sind, so werden in den Spectren von chemisch und physikalisch gleichen Lichtquellen denselben Werthen von λ nur dann gleiche Werthe der Function $F(\omega\,\lambda)$ entsprechen, wenn in jedem Auge die Beschaffenheit der Functionen φ, χ und ψ dieselbe ist. Denn bestände die vorausgesetzte Unabhängigkeit jener Functionen nicht, so wäre es denkbar, dass, sobald der Werth der einen für ein besimmtes λ vom Normalwerthe abweicht, diese Abweichung durch das Ueberwiegen der Summe der beiden andern Functionen im entgegengesetzten Sinne wieder ausgeglichen und auf diese Weise die Werthe von $F(\omega\,\lambda)$ nicht verändert würden. Dies wäre aber, wie gesagt, nur durch irgend eine analytische Beziehung der drei Functionen möglich, zu deren Annahme uns bis jetzt keine Erscheinung im Gebiete der physiologischen Optik nöthigt.

Es handelt sich also jetzt darum, eine Methode zu suchen, durch welche sich jeder Beobachter davon überzeugen kann, ob bei seinem Auge für die Wellenlänge einer bestimmten Spectralfarbe der Werth von $F(\omega\,\lambda)$ mit dem Werthe derselben Function bei einem anderen Beobachter übereinstimmt.

Die erste Bedingung, welche zu diesem Zwecke erfüllt sein muss, besteht darin, dass in den verschiedenen Spectren für ein und denselben Werth von λ auch ω gleiche Werthe annimmt, d. h. dass ω dieselbe Function von λ ist. Nach dem oben Bemerkten kommt diese Bedingung darauf hinaus, dass jeder Beobachter sich zu diesen Untersuchungen eines Spectrums bedienen muss, welches von Lichtquellen erzeugt wird, die in chemischer und physikalischer Beziehung einander gleich sind.

Vergleicht man nun nach irgend einer Methode, z. B. nach der Fraunhofer'schen, die Helligkeit eines bestimmten Spectraltheils successive mit den andern Theilen desselben Spectrums, so erhält man hierdurch Zahlenwerthe, welche die in der Einleitung § 7. angegebene Bedeutung haben.

Angenommen z. B. es müsste die lebendige Kraft eines in der Nähe der Linie E liegenden, schmalen Spectraltheils nach einer der in § 6. (Einleitung) angeführten Methoden um den n^{ten} Theil seiner lebendigen Kraft verringert werden, damit der physiologische Eindruck dieser Stelle gleich demjenigen eines ebenso breiten Spectraltheils bei der Linie G würde, so lässt sich dies nach den eingeführten Bezeichnungen durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$F(\omega . \lambda) = F\left(\frac{\omega_{,}}{n} . \lambda_{,}\right)$$

Hierin bedeutet λ die Wellenlänge und ω die lebendige Kraft der der Linie G entsprechenden Strahlen und $\lambda_{,}$ und $\omega_{,}$ die analogen Grössen bei der Linie E. Der Coefficient $\frac{1}{n}$ drückt also hierin nach der in der Einleitung gegebenen Definition das physiologische Intensitätsverhältniss der verglichenen Spectraltheile aus.

Es lässt sich nun leicht zeigen, dass, wenn bei verschiedenen Beobachtern eine genügende Anzahl von Werthen des physiologischen Intensitätsverhältnisses gleicher Spectralfarben übereinstimmt, auch die Form der Function F und daher nach dem Obigen auch die der Functionen φ, χ und ψ bei diesen Beobachtern eine gleiche sein muss.

Bezeichnen wir die physiologischen Intensitätsverhältnisse verschiedener Theile des Spectrums bezogen auf eine bestimmte Spectralfarbe von der Wellenlänge λ mit $a\ b\ c \ldots n$, so finden für einen bestimmten Beobachter die folgenden Beziehungen statt:

$$F(\omega . \lambda) = F(a\omega_{,} . \lambda_{,}) = F(b\omega_{,,} . \lambda_{,,}) = F(c\omega_{,,,} . \lambda_{,,,}) \ldots = F(n\omega_{n} . \lambda_{n})$$

Ein anderer Beobachter habe unter gleichen Umständen dieselben Werthe $a, b, c \ldots n$ für die physiologischen Intensitätsverhältnisse gefunden. Angenommen nun die Function F sei eine andere z. B. Φ geworden; alsdann hat man:

$$\Phi(\omega . \lambda) = \Phi(a\omega_{,} . \lambda_{,}) = \Phi(b\omega_{,,} . \lambda_{,,}) = \Phi(c\omega_{,,,} . \lambda_{,,,}) \ldots = \Phi(n\omega_{n} . \lambda_{n})$$

Hieraus folgt durch Division:

$$\frac{\Phi(\omega . \lambda)}{F(\omega . \lambda)} = \frac{\Phi(a\omega_{,} . \lambda_{,})}{F(a\omega_{,} . \lambda_{,})} = \frac{\Phi(b\omega_{,,} . \lambda_{,,})}{F(b\omega_{,,} . \lambda_{,,})} = \ldots \text{Const.}$$

also:

$$\Phi(\omega . \lambda) = \text{Const. } F(\omega . \lambda)$$

Die analyt. Form der Function F bleibt demnach unter den angenommenen Bedingungen ungeändert und die Werthe derselben können sich bei verschiedenen Beobachtern nur durch gewisse Constanten unterscheiden.

Alle Abweichungen von der normalen Reizbarkeit der Retina in Bezug auf Farben müssen sich daher in den Werthen der besagten Intensitätsverhältnisse bemerklich machen und wir hätten in der Bestimmung derselben eine Methode gefunden, um zu entscheiden, ob zwei Augen rücksichtlich der Farbenempfindungen gleich oder verschieden organisirt sind.

Mit Berücksichtigung des beschriebenen Polarisationsastrometers und des damit verbundenen Colorimeters wollen wir diese Methode jetzt etwas modificiren.

Die Farben, welche eine senkrecht zur Axe geschliffene Bergkrystallplatte zwischen zwei Nicol'schen Prismen zeigt, sind Mischfarben. Es überwiegt stets diejenige Farbe, deren Polarisationsebene parallel der Polarisationsebene des analysirenden Nicol's ist[1]). Alle Strahlen anderer Brechbarkeit werden je nach der Drehung ihrer Polarisationsebenen mehr oder weniger abgeschwächt. Wenn man nun berücksichtigt, dass bei allen unseren künstlichen Beleuchtungsmaterialien eigentlich nur das ölbildende Gas ($C_4\,H_4$) den leuchtenden Bestandtheil bildet und sich daher die Güte des angewandten Gases nur durch die Quantität dieses Bestandtheils bestimmt, so können auch verschiedene Gasflammen bei gleicher Vollständigkeit der Verbrennung (welche durch die Uebereinstimmung der angegebenen Construction der Gaslampe herbeigeführt wird) keine wesentlichen Unterschiede in den componirenden Spectralfarben besitzen[2]).

Richten daher zwei verschiedene Beobachter ihre Photometer auf denselben Stern oder auf solche von nahezu gleicher Helligkeit, stellen beide bei gleicher Dicke der Bergkrystallplatte ihre Colorimeter auf gleiche Theilstriche und machen bei jeder Farbeneinstellung vermittelst des Intensitätskreises den künstlichen Stern gleich hell mit dem im Gesichtsfelde befindlichen, so haben beide Beobachter unter der Voraussetzung, dass ihre Photometer gleiche Lichtstärke besitzen, qualitativ und quantitativ gleiche Lichteindrücke. Für jede Einstellung des Colorimeters ändern sich gleichzeitig die Wellenlängen und Intensitäten der einfallenden Lichtstrahlen. Durch Einstellung des Intensitätskreises wird nur die lebendige Kraft, nicht aber die Wellenlänge geändert. Man ist daher im Stande, die durch Einstellung am Farbenkreise hervorgebrachte Schwächung oder Verstärkung der künstlichen Sterne stets durch Drehen am Intensitätskreise wieder auf die gleiche Helligkeit mit dem constant im Gesichtsfelde befindlichen Stern zu bringen.

Aus den abgelesenen Winkeln am Intensitätskreise erhält man eine Reihe von Werthen, deren jeder das physiologische Intensitätsverhältniss des künstlichen Sternes bei der betreffenden Farbeneinstellung zu dem constanten Sterne ausdrückt. Die Helligkeit des letzteren wird daher eliminirt, wenn man alle Werthe z. B. durch denjenigen dividirt, welcher zur Farbe der kleinsten Helligkeit gehört.

Man sieht, dass die so erhaltenen Werthe in Bezug auf die physiologische Beschaffenheit der Augen dieselbe Bedeutung haben, wie die nach der oben angegebenen Methode ermittelten.

---

[1]) Es wird hier unter Polarisationsebene eines Nicol'schen Prisma's diejenige Ebene verstanden, in welcher ein Lichtstrahl nach Austritt aus dem Prisma polarisirt ist.

[2]) Sollten sich dennoch dergleichen Unterschiede herausstellen, so müssen sich dieselben bei der unten beschriebenen Methode der Intensitätstabellen bemerklich machen.

Ich werde in der Folge eine tabellarisch geordnete Uebersicht solcher Werthe einfach als „Intensitätstabelle“ bezeichnen. Die Augen derjenigen Beobachter, deren Intensitätstabellen übereinstimmen, müssen in Bezug auf alle Lichteindrücke gleich organisirt sein und es sind daher die Resultate ihrer photometrischen und colorimetrischen Beobachtungen direct vergleichbar. Hieraus folgt, dass jeder Beobachter diese Farbenintensitätsbestimmung nach der oben angegebenen Methode ausführen und die erhaltenen Werthe mit Angabe des Vergleichssterns in seiner Arbeit mittheilen muss. Es wird vortheilhaft sein, diesen Stern nicht zu hell zu wählen, indem die Verschiedenheit der Färbung bei der Vergleichung von Lichteindrücken desto weniger störend wirkt, je geringer die Intensität und je kleiner die Ausdehnung der verglichenen Objecte auf der Retina ist. (Vgl. oben p. 37.)

Die hier folgende Tabelle soll hauptsächlich zur Erläuterung der angegebenen Methode dienen und macht nicht auf besondere Genauigkeit Anspruch, indem die angegebenen Winkel am Intensitätskreise nur die Mittel aus zwei Beobachtungen sind. Das Photometer hatte das Objectiv Nr. I.

Der Kreis des Colorimeters ist nach dem oben Mitgetheilten in 100 Theile getheilt. Die Nicol'schen Prismen zu beiden Seiten der Bergkrystallplatte sollen strenge genommen so liegen, dass bei den Einstellungen des Colorimeters auf 0° und 50° die Hauptschnitte der Prismen parallel liegen. Da dies mit Genauigkeit nie zu errichen ist, so muss die Abweichung von dieser Lage durch Versuche ermittelt werden und daher das Colorimeter vor seiner Anwendung einer Rectification unterworfen werden. Diese lässt sich einfach dadurch bewerkstelligen, dass man die Bergkrystallplatte zunächst entfernt und diejenigen beiden Stellungen des Farbenkreises ermittelt, in welchen alles Licht ausgelöscht wird. Dieses Verlöschen muss offenbar in der Nähe der Einstellungen 25 und 75 eintreten und die Abweichung von diesen Werthen ist zugleich die Correction für die oben angegebenen Normalstellungen. Als Mittel aus 5 Einstellungen erhielt ich 99.3, in welcher Lage die Hauptschnitte der beiden Prismen parallel waren. Hieraus folgt eine Correction von +0.7, welche, wie man sieht, bei allen Werthen angebracht ist. Um einigermaassen einen Anhaltepunkt für die Genauigkeit der erhaltenen Werthe zu geben, habe ich die wahrscheinlichen Fehler so angesetzt, wie dieselben eigentlich nur für gleich gefärbte Sterne gelten; sie sind daher in den meisten Fällen zu klein. —

Intensitätstabelle

für eine Dicke der Bergkrystallplatte von

5.150 Millimeter.

Normalstern δ Cygni.

27. September 1860. A = 7h 55m E = 8h 45m

Nummer der Beobacht.	Einstellung. des Colorim.	Einstellung. des Photomet.	Physiolog. Intensität.	Wahrscheinl. Fehler.	Bemerkungen.
1.	99.7	26° 30′	5.096	±0.1055	
2.	1.7	22 24	3.717	±0.0769	
3.	4.7	18 18	2.524	±0.0522	
4.	9.7	15 0	1.714	±0.0355	
5.	15.7	12 42	1.236	±0.0256	
6.	20.7	11 24	1.000	±0.0207	Der Himmelsgrund war durch Mondschein erhellt.
7.	25.7	13 0	1.295	±0.0268	
8.	30.7	16 30	2.065	±0.0427	
9.	35.7	20 42	3.198	±0.0662	
10.	37.7	25 6	4.605	±0.0953	
11.	39.7	32 0	7.188	±0.1487	
12.	41.7	41 6	11.060	±0.2289	
13.	43.7	50 30	15.240	±0.3154	
14.	45.7	45 0	12.900	±0.2648	
15.	47.7	37 0	9.271	±0.1919	
16.	49.7	30 12	6.477	±0.1340	
17.	51.7	24 6	4.268	±0.0883	
18.	1.7	22 18	3.681	±0.0762	

Zur leichteren Uebersicht ist mit Hülfe dieser Werthe die auf Taf. V angegebene Curve construirt worden. Als Abscissen sind die Theile des Farbenkreises aufgetragen und als Ordinaten die bei den entsprechenden Einstellungen beobachteten Intensitäten. Bis c. 41.7 nimmt mit wachsender Zahl die rothe Färbung zu.

Es bliebe uns nun noch übrig, den zweiten Theil der gestellten Aufgabe zu lösen, nämlich aus den Abweichungen der Intensitätstabellen bei verschiedenen Beobachtern die Correctionen zu bestimmen, welche angebracht werden müssen, um alle Werthe mit einander vergleichen zu können.

Indessen würde uns diese Untersuchung bei strenger Durchführung zu weit von dem eigentlichen Gegenstande dieser Arbeit entfernen und wir glauben uns daher dieser Be-

handlung um so eher entziehen zu können, als bis jetzt durchaus noch nicht die Nothwendigkeit einer solchen vorliegt. Es ist vielmehr aus sehr gewichtigen Gründen die Annahme gerechtfertigt, dass im Allgemeinen die Abweichungen der Augen von einem gewissen physiologischen Normalzustande nicht so bedeutend sind, als dass sie dergleichen photometrische und colorimetrische Bestimmungen in beträchtlicher Weise beeinträchtigen sollten.

Wir wollen daher jetzt diejenigen Einflüsse einer näheren Betrachtung unterwerfen, welche aus einer Verschiedenheit der photometrischen Apparate hervorgehen können. Dergleichen Abweichungen sind lediglich durch verschiedene schwache Färbungen der dioptrischen Theile im Apparate bedingt[1]). Die brechenden Medien nun, welche hier allein in Betracht kommen, sind:

1. Der Cylinder der Gaslampe.
2. Die Nicol'schen Prismen.
3. Die Concavlinse am Eintritt des seitlichen Rohres.
4. Die reflectirende Glasplatte im Innern des Photometers.
5. Das Linsensystem des Oculars.
6. Das Objectiv.

Dass Nicol'sche Prismen vollkommen frei von chromatischer Absorption sind, ist bekannt. Ebenso lassen sich zu den andern der genannten Theile, mit Ausnahme des Objectivs, leicht solche Gläser wählen, welche vollkommen farblos sind.

Uebrigens muss bemerkt werden, dass mit Ausnahme des Objectivs alle Unterschiede der übrigen brechenden Medien in den Apparaten auch die Werthe der Intensitätstabellen verändern müssen, weshalb die Uebereinstimmung der letzteren bei verschiedenen Beobachtern nicht nur ein Kriterium für die Gleichheit der Augen, sondern auch für die Gleichheit der Apparate ist.

Es soll jetzt noch eine Methode angegeben werden, um diejenigen Einflüsse zu beseitigen resp. numerisch zu bestimmen, welche aus einer Verschiedenheit in der Färbung der angewandten Objective hervorgehen.

Bei achromatischen Objectiven besitzt bekanntlich die Crownglaslinse sehr häufig eine grünliche Färbung, durch welche die rothen Sterne etwas von ihrer Intensität einbüssen[2]). Es handelt sich darum, die Grösse dieser Schwächung bei einem bestimmten Objective für verschiedene Farben numerisch zu bestimmen. Wir wenden hierzu denselben Apparat an, welcher uns oben zur Prüfung des Photometers an künstlichen Sternen gedient hat. Nur wird jetzt an Stelle des blauen Glases zwischen beiden Nicol'schen Prismen am Normalkreise eine Bergkrystallplatte von der bekannten Dicke eingeschaltet und die Lage der Prismen so regulirt, dass man, wie beim Colorimeter am Photometer, unmittelbar an dem Kreise den Neigungswinkel der Hauptschnitte jener Prismen ablesen kann. Hierdurch ist man nun im Stande, dem Normalsterne dieselben Farben zu ertheilen, welche den künst-

[1]) Ueber die aus der Verschiedenheit der constanten Lichtquellen hervorgehenden Störungen ist schon oben das Nöthige gesagt worden.

[2]) Vgl. L. Seidel, Untersuchungen über die gegenseitigen Helligkeiten der Fixsterne erster Grösse etc. ... p. 58.

lichen Sternen im photometrischen Apparate vermittelst des Colorimeters ertheilt werden können.

Nehmen wir zunächst an, das Objectiv sei vollkommen farblos, so müssen unter den gemachten Voraussetzungen gleichen Einstellungen an beiden Colorimetern auch gleiche Farben der verglichenen Sterne entsprechen. Bringt man ausserdem durch Einstellung des Intensitätskreises diese Sterne für irgend eine beliebige Farbeneinstellung der Colorimeter auf gleiche Helligkeit, so muss diese Gleichheit auch für alle folgenden Farbeneinstellungen bewahrt bleiben. Hat dagegen das Objectiv irgend welche Färbung, so werden im Allgemeinen die Einstellungen beider Colorimeter differiren. Diese Differenzen in eine Tabelle gebracht, geben uns ein Mittel, jederzeit an den colorimetrischen Beobachtungen Correctionen anzubringen, durch welche diese corrigirten Werthe stets diejenigen Farbeneinstellungen angeben, welche der Beobachter bei einem vollkommen farblosen Objective erhalten hätte.

Ganz dasselbe gilt von den Intensitätsverhältnissen; auch hier wird die oben erwähnte Gleichheit bei den verschiedenen Farbeneinstellungen beider Colorimeter nicht mehr stattfinden, sondern für jede Farbe erst durch eine besondere Einstellung am Intensitätskreise wieder hergestellt werden müssen. Die sich hieraus für jede Farbeneinstellung ergebenden Differenzen werden ebenfalls tabellarisch geordnet dazu dienen, um bei Vergleichung verschiedenfarbiger Sterne die den betreffenden Farben entsprechenden Correctionen bei den Beobachtungen anzubringen, um auf diese Weise für das physiologische Intensitätsverhältniss der verglichenen Sterne diejenigen Werthe zu erhalten, welche einem vollkommen farbenfreien Objective entsprechen.

Wie man sieht, ist es auf dem angedeuteten Wege möglich, sich ganz allgemein von den Farbenverschiedenheiten der Objective unabhängig zu machen. Bei praktischen Messungen wird man indessen auf alle Fälle vortheilhafter verfahren, wenn man die Objective zu derartigen Bestimmungen möglichst farblos wählt (wie dies bei den von mir angewandten der Fall war), indem man sich versichert halten kann, dass ein Glas, welches bei einfacher Betrachtung keine stark bemerkbare Färbung zeigt, auch ganz ohne Einfluss auf die in Rede stehenden Beobachtungen ist.

Das wichtige Ergebniss aller der in diesem Abschnitte angestellten Untersuchungen können wir kurz folgendermaassen ausdrücken:

> Die von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Apparaten angestellten Messungen liefern sowohl für die physiologischen Intensitätsverhältnisse verschiedenfarbiger Sterne als auch für die Farbenbestimmungen überhaupt allgemein vergleichbare Resultate, wenn die nach der angegebenen Methode erhaltenen Werthe der Intensitätstabellen übereinstimmen.

Ueber Helligkeitsmessung von Nebelflecken und planetarischen Scheiben.

Es sollen in Folgendem einige Methoden angegeben werden, um mit Hülfe des beschriebenen Polarisationsastrometers einerseits das relative Intensitätsverhältniss der einzelnen Theile eines Nebelfleckes oder einer planetarischen Scheibe zu bestimmen, andererseits die Helligkeit dieser Objecte durch eine bestimmte Beziehung an die Helligkeit gewisser Fixsterne zu knüpfen.

Richtet man das Polarisationsastrometer auf irgend eine beleuchtete Fläche, so projiciren sich bei nicht allzugrosser Helligkeit der letzteren die beiden künstlichen Sterne des Apparates auf hellem Grunde. Man kann durch Einstellungen am Intensitätskreise die künstlichen Sterne so lange abschwächen, bis der eine, z. B. der hellere, gerade verschwindet. Da es nun eine bekannte und durch Fechner[1]) genauer studirte Thatsache ist, dass innerhalb eines grossen Intervalles der Helligkeit die kleinsten wahrnehmbaren Differenzen der Lichtempfindung constanten Bruchtheilen der Helligkeit entsprechen, so müssen die Intensitäten, bei welchen die künstlichen Sterne auf verschieden hellen Flächen verschwinden, proportional sein den Intensitäten dieser Flächen, d. h. also unmittelbar das Helligkeitsverhältniss derselben ausdrücken.

Dies lässt sich einfach folgendermaassen beweisen. Angenommen es seien H und $H_,$ die Helligkeiten eines Nebelfleckes an zwei bestimmten Punkten; die entsprechenden Helligkeiten, bei welchen der künstliche Stern auf diesen Punkten verschwindet, seien h und $h_,$. Nach dem Fechner'schen Gesetz ist alsdann:

$$\frac{H}{H+h} = \frac{H_,}{H_,+h_,} = \text{Const.}$$

Hieraus folgt:

$$H h_, = H_, h$$

oder

$$H : H_, = h : h_,$$

was bewiesen werden sollte.

Es kann demnach wie früher bei der Vergleichung von leuchtenden Punkten das Helligkeitsverhältniss der verglichenen Stellen unmittelbar durch das Verhältniss der Sinusquadrate der abgelesenen Winkel ausgedrückt werden.

Dasselbe Verfahren wird man anzuwenden haben, um die relativen Helligkeiten verschiedener Punkte auf planetarischen Scheiben, z. B. auf der Mond- oder Sonnenscheibe, zu bestimmen. Nur versteht es sich von selbst, dass hierbei durch Blendgläser oder reflectirende Vorrichtungen das Licht jener Scheiben so weit abgeschwächt werden muss, als es zur bequemen Anstellung jener Messungen erforderlich ist. Das relative Intensitätsverhältniss der

---

[1]) Th. Fechner, Ueber ein wichtiges psychophysisches Gesetz. Leipzig. Aus den Abhandl. der sächs Gesellschaft der Wissenschaften. Math. phys. Klasse IV. 457. — Nachtrag dazu im Berichte der sächs. Gesellschaft 1859. S. 58.

einzelnen Theile einer solchen Scheibe wird bei der vorausgesetzten achromatischen Absorption der Blendungsgläser in keiner Weise geändert. Noch vortheilhafter dürfte es für die beabsichtigte Lichtschwächung jener Scheiben sein, wenn man dieselben objectiv auf einem Papierschirm auffängt und an dem hierauf befindlichen Bilde die besagten Intensitätsvergleichungen anstellt.

Um diese Bestimmungen an die Helligkeit gewisser unveränderlicher Fixsterne zu knüpfen, braucht man das Photometer nur vor oder nach der Messung auf einen bestimmten Stern einzustellen und den künstlichen Stern gleich der Helligkeit dieses Sterns zu machen. Aus dem hierbei abgelesenen Winkel am Intensitätskreise lässt sich dann unmittelbar bestimmen, um den wievielten Theil seiner Helligkeit jener Stern abgeschwächt werden muss, wenn er auf die zu bestimmende helle Fläche projicirt ist und dort verschwinden soll. Wenn diesen Messungen jedoch ein absoluter Werth beigelegt werden soll, so muss der Abschwächungscoefficient der absorbirenden Vorrichtungen bekannt sein.

. Steinheil hat zur Vergleichung des durch den Vollmond und die Sonne verschieden erleuchteten Himmelsgrundes ein ähnliches Verfahren in Anwendung gebracht, nur dass hierbei nicht leuchtende Punkte, sondern Flächen durch Abschwächung zum Verschwinden gebracht werden[1]).

In Bezug auf Genauigkeit leidet die mitgetheilte Methode insofern an einem wesentlichen Mangel, als hierbei stets nur eine Grenze vorhanden ist, um die Gleichheit von Lichteindrücken zu beurtheilen. Hat man diese Grenze überschritten, d. h. ist einmal der künstliche Stern auf der hellen Fläche verschwunden, so kann man seine Intensität beliebig weiter abschwächen, ohne dass hierdurch irgend welche dem Auge bemerkbare Veränderung einträte. Diesen Mangel habe ich durch folgende Methode zu beseitigen gesucht.

In der Bildebene des Photometers wird senkrecht zur Axe desselben eine sehr dünne und möglichst reine Glasplatte[2]) befestigt, welche gleichmässig das gesammte Gesichtsfeld ausfüllt. Auf der Rückseite, d. h. auf der dem Objectiv zugewandten Seite ist diese Platte an einer kleinen Stelle in der Mitte durch schwarzen Lack undurchsichtig gemacht. Die Form der undurchsichtigen Stelle ist die eines kleinen Kreises, welcher durch das Ocular betrachtet, sich als schwarzes, scharf begrenztes Scheibchen auf jeder hellen Fläche projicirt und in der Mitte des Gesichtsfeldes zu schweben scheint. Das kleine Diaphragma, das uns bis jetzt die künstlichen Sterne geliefert hat, wird nun mit einem grösseren vertauscht, so dass dessen Bilder im Photometer nicht mehr punktförmig sind, sondern zwei Scheiben bilden, deren Durchmesser möglichst gut mit dem oben beschriebenen schwarzen Scheibchen übereinstimmen müssen. Man kann nun leicht eine der beiden reflectirten Lichtscheiben durch Drehen der Glasplatte S an dem Schraubenkopfe R (vgl. Fig. 2 Taf. I) mit der schwarzen Scheibe so zur Deckung bringen, dass bei nicht ganz vollkommener Gleichheit der Durchmesser sich die Ränder beider Scheiben wenigstens an einer Seite vollkommen scharf decken.

---

[1]) Vgl. Steinheil, Elemente u. s. w. p. 32. — Man sieht leicht, dass auf ähnliche Weise mit Hülfe des von mir beschriebenen Photometers die Frage über das Sehen der Sterne bei Tage entschieden werden kann. (Vgl. Kosmos III. 83 ff.)

[2]) Wie dieselben als Deckblättchen für mikroskopische Objecte angewandt werden.

Richtet man nun das so abgeänderte Photometer auf eine erleuchtete Fläche, so ist die Helligkeit des mit dem schwarzen Fleck zur Deckung gebrachten Scheibchens von der Erleuchtung der Fläche ganz unabhängig; es erhält lediglich sein Licht von der Gasflamme und kann durch Einstellung des Intensitätskreises beliebig heller oder dunkler als der lichte Grund der Fläche gemacht werden. Da nun durch das Colorimeter die Farbe des besagten Scheibchens derjenigen der zu untersuchenden Fläche möglichst gleich gemacht werden kann, so wird man es in sehr günstigen Fällen dahin bringen, dass beim Verschwinden der Helligkeitsdifferenz auch die Grenze der Scheibe im hellen Grunde verschwindet, und mithin diese Messungen den höchsten Grad der Genauigkeit erreichen, welcher überhaupt nur von physiologisch-photometrischen Messungen erwartet werden kann.

Es verdient übrigens hervorgehoben zu werden, dass diese Einrichtung des Photometers bei der Bestimmung des Helligkeitsverhältnisses von nicht allzu schwachen Sternen in der oben angegebenen Weise durchaus nicht hinderlich ist. Man hat dann nur das Diaphragma zur Erzeugung der künstlichen Sterne mit einem kleineren zu vertauschen, so dass man im Gesichtsfelde anstatt der Flächen wieder leuchtende Punkte sieht. Die drehbare Glasplatte wird alsdann so gestellt, dass die Bilder der künstlichen Sterne nicht mehr auf das schwarze Scheibchen fallen und daher der Einfluss des letzteren nur darauf beschränkt ist, dass dasselbe in sternreichen Gegenden einige Sterne verdeckt, was offenbar für die Messung anderer Sterne ganz gleichgültig ist[1]).

Mit Hülfe der angegebenen Methode ist es nun leicht das Verhältniss der von Sonne und Mond ausgestrahlten Lichtmengen zu bestimmen. Setzen wir hierbei zunächst die Durchmesser beider Himmelskörper als gleich voraus, so müssen sich die ausgestrahlten Gesammtlichtmengen wie die Helligkeiten gleicher Flächenstücke verhalten.

Da indessen das Licht der genannten Himmelskörper viel zu intensiv ist, um das Photometer unmittelbar auf dieselben anzuwenden, so schwächt man dasselbe unter möglichst gleichen Umständen durch Reflexion von Schirmen, von denen der eine zur Anwendung auf den Mond möglichst weiss, der andere zu Sonnenbeobachtungen durch gleichmässig vertheilten Russ vollkommen geschwärzt ist. Sollte das von einem solchen Schirm reflectirte Sonnenlicht noch zu intensiv sein, so müsste man ausserdem noch zu Blendgläsern seine Zuflucht nehmen, für welche sich wegen der nahezu achromatischen Absorption am besten das sogenannte London smoke-glass eignen würde.

Ist nun das Absorptionsverhältniss der reflectirenden Medien durch besonders zu diesem Zwecke angestellte Beobachtungen ermittelt, so lässt sich auch leicht aus den Resultaten der photometrischen Messungen mit Berücksichtigung des Durchmesserverhältnisses von Sonne und Mond das Intensitätsverhältniss der von diesen Körpern ausgestrahlten Lichtmengen bestimmen.

---

[1]) Man könnte auch die senkrecht zur Axe angebrachte Glasplatte in einer ebenfalls zur Axe senkrechten Ebene verschiebbar machen und dadurch die undurchsichtige Scheibe aus der Mitte des Gesichtsfeldes nach den Seitentheilen des letzteren bringen.

Ueber eine Methode zur Vergleichung der von Flächen und Punkten ausgestrahlten Lichtmengen.

Alle Versuche, welche bisher gemacht worden sind, um die Helligkeit der Sonne oder des Mondes mit Sternen zu vergleichen, bezeichnet Seidel mit Recht als in die Klasse sehr roher Versuche gehörig[1]). Die verschiedenen Methoden, welche zu diesem Zwecke in Anwendung gebracht worden sind, findet man an der citirten Stelle ausführlich zusammengestellt. Der Grund, weshalb alle diese Methoden nur höchst unvollkommene Resultate geliefert haben, scheint mir weniger in den ihnen zu Grunde liegenden Principien als vorzugsweise darin zu bestehen, dass sich das Auge bei Beobachtung der Uebergangssterne unter ganz anderen Bedingungen befindet, als bei Beobachtung der wirklich zu vergleichenden Objecte. Dieser Umstand muss nothwendig die Güte der erhaltenen Resultate in hohem Grade beeinträchtigen.

Die in Folgendem zu beschreibende Methode ist, wie ich später durch Versuche zu beweisen hoffe, von diesen Mängeln frei und stützt sich wiederum unmittelbar auf die Construction des bekannten Polarisationsastrometers.

Es ist oben gezeigt worden, dass man durch Anwendung verschieden grosser Diaphragmen nach Belieben im Gesichtsfelde des Photometers leuchtende Punkte oder leuchtende Scheiben herstellen kann. Lassen wir zunächst die Beugung des Lichtes durch so kleine Oeffnungen unberücksichtigt, so lässt sich das Verhältniss der Lichtmenge der als Stern erscheinenden Diaphragmaöffnung zu der Lichtmenge der als Scheibe erscheinenden ausdrücken durch das Verhältniss der Durchmesserquadrate der angewandten Diaphragmen. Hieraus ergiebt sich nun einfach die folgende Methode, um die von der Sonne oder dem Monde ausgestrahlte Lichtmenge mit derjenigen irgend eines anderen Sternes zu vergleichen.

Man richte das Photometer mit Anwendung des kleinen Diaphragma's auf denjenigen Stern, dessen Helligkeit mit dem Monde verglichen werden soll und mache den künstlichen Stern gleich dem natürlichen. Der Winkel am Intensitätskreise, bei welchem dies stattfindet, sei φ. Hierauf vertausche man das kleine Diaphragma mit dem grossen und bringe durch Verschieben der dünnen Glasplatte mit der undurchsichtigen Scheibe diese und die leuchtende Scheibe in der angegebenen Weise zur Deckung. Man richte nun nach Vorsetzung eines Blendglases mit bekanntem Absorptionscoefficienten[2]) (α) das Photometer auf die volle Mondscheibe (die wir hier als an allen Punkten von gleicher Helligkeit voraussetzen) und ändere die Einstellung des Intensitätskreises so lange, bis die Helligkeit der leuchtenden Scheibe gleich der leuchtenden Mondscheibe ist. Der Winkel, bei dem dies stattfindet, sei φ'. Bezeichnet man nun mit d den Durchmesser der leuchtenden Scheibe, mit D den scheinbaren Durchmesser des Mondes, ferner mit δ den Durchmesser des kleinen Diaphragma's und endlich mit $\triangle$ den des grossen Diaphragma's, so hat man für

---

1) Vgl. Seidel, l. c. Anhang p. 85.

2) Das Verhältniss der auffallenden zur durchgegangenen Lichtmenge.

das Verhältniss der von der Mondscheibe und dem Sterne ausgestrahlten Lichtmengen $\left(\frac{J}{i}\right)$ den folgenden Ausdruck:

$$\frac{J}{i} = \alpha \left(\frac{\triangle}{\delta} \cdot \frac{D}{d} \frac{\operatorname{Sin}\varphi'}{\operatorname{Sin}\varphi}\right)^2$$

Kennt man aber auf diese Weise einmal das Helligkeitsverhältniss eines Fixsterns zum Vollmonde, so ist es nach der oben angegebenen Methode leicht, auch das Helligkeitsverhältniss desselben zur Sonne zu finden. Am besten wird man zu dergleichen Messungen Nächte zur Zeit der Aequinoctien wählen, weil man dann Sonne und Mond in nahezu gleichen Höhen beobachten und hierdurch die atmosphärische Absorption bei sehr günstiger Witterung annähernd eliminiren kann.

Der oben angegebene Ausdruck ist, wie schon bemerkt, unter der Voraussetzung erhalten worden, dass durch die Diaphragmen entweder gar kein Licht durch Diffraction verloren geht oder dass der verlorengegangene Antheil constanten Bruchtheilen der durchgegangenen Lichtmengen entspricht. Da wir jedoch zu keiner dieser beiden Voraussetzungen berechtigt sind und es ausserdem schwierig sein würde, die Durchmesser so kleiner Oeffnungen mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen, so thut man besser, das Verhältniss der durch beide Diaphragmen gegangenen Lichtmengen auf photometrischem Wege zu ermitteln. Man verfährt hierbei auf folgende Weise.

Die beiden verschieden grossen Diaphragmen werden auf die früher beschriebene Art zur Herstellung von künstlichen Sternen benutzt und deren Intensitätsverhältniss mit Hülfe des Photometers auf die bekannte Weise ermittelt.

Um hierbei auch das grosse Diaphragma als leuchtenden Punkt erscheinen zu lassen, braucht man das Photometer nur in genügender Entfernung von den künstlichen Sternen aufzustellen. Sollte dies nicht ausreichend sein, so kann man auch wie oben (p. 21) noch an geeigneter Stelle eine Concavlinse anwenden, um es bei den photometrischen Vergleichungen mit vollkommen gleichartigen Lichteindrücken zu thun zu haben.

Anwendung der beweglichen Glasplatte als Mikrometer.

Der Werth von $\frac{D}{d}$ in dem obigen Ausdrucke lässt sich durch ein sehr einfaches Verfahren bestimmen, welches ebenfalls durch die Eigenthümlichkeit des Photometers bedingt ist. Dreht man nämlich vermittelst des Schraubenkopfes R (Fig. 2 Taf. I) den unter 45° gegen die Axe geneigten Spiegel S, so bewegen sich gleichzeitig die Bilder der künstlichen Sterne. Berücksichtigt man nur das von der Vorderfläche reflectirte Bild, und erwägt, dass nach bekannten Gesetzen der Reflexion die Verschiebungen des Bildes gleich den doppelten Drehungswinkeln der Glasplatte sind, so kann man aus den Drehungen des getheilten Schraubenkopfes unmittelbar die besagten Verschiebungen der künstlichen Sterne bestimmen. Um jedoch hierdurch Angulardistanzen gleichzeitig im Gesichtsfelde befindlicher Sterne oder anderer Objecte zu messen, muss man wegen der Ablenkungen, welche die durch das Objectiv einfallenden Strahlen durch die drehbare Glasplatte erleiden, noch eine Correction

anbringen, welche sich sowohl theoretisch als empirisch leicht bestimmen lässt, auf welche jedoch hier näher einzugehen Raum und Zeit nicht mehr gestatten.

Bringt man nun denselben Rand des künstlich erleuchteten Scheibchens nacheinander mit den gegenüberstehenden Mondrändern in Berührung, so erhält man hieraus D. Bringt man dagegen die gegenüberstehenden Ränder des leuchtenden Scheibchens mit demselben Rande des kreisförmigen schwarzen Fleckes in Berührung (welcher sich sehr scharf auf dem in der Nähe des Mondes befindlichen hellem Himmelsgrunde projicirt), so erhält man d.

Es ist also gleichzeitig mit dem Photometer ein bequemes Mikrometer vereinigt, welches in Bezug auf Genauigkeit dieselben Vortheile gewährt, wie das bei den Heliometern und Spiegelsextanten angewandte Princip der doppelten Bilder.

Wir beschliessen hiermit denjenigen Theil unserer Untersuchungen, welcher vorzugsweise den Zweck hatte, die Möglichkeit einer allgemeinen, auf dem physiologischen Princip der Vergleichung beruhenden Methode nachzuweisen und deren Anwendbarkeit durch zahlreiche Versuche an künstlichen Sternen zu bestätigen.

Der nun folgende Theil wird sich mit der Anwendung der beschriebenen Methode auf wirkliche Sterne beschäftigen und zu diesem Zwecke zunächst ganz allgemein die Probleme näher bezeichnen, welche die Photometrie des Himmels als solche zu lösen hat. Es werden sich hierbei zur Anstellung der Beobachtungen gewisse leitende Principien ergeben, deren Zweckmässigkeit und praktische Anwendbarkeit durch den am Schlusse mitgetheilten photometrischen Fixsternkatalog thatsächlich bewiesen werden soll.

Beobachtungen.

Entsprechend den beschriebenen Einrichtungen des photometrischen Apparates ist die Aufgabe, welche die Photometrie des Himmels (abgesehen von colorimetrischen Bestimmungen) zu lösen hat, eine dreifache:

Erstens soll das relative Intensitätsverhältniss aller himmlischen Körper bestimmt werden, welche uns als leuchtende Punkte erscheinen. Hierunter ist sowohl die Anfertigung eines photometrischen Fixsternkataloges als auch für schwache Vergrösserungen die Bestimmung des relativen Intensitätsverhältnisses von Planeten begriffen.

Zweitens soll das Verhältniss solcher Lichtmengen bestimmt werden, welche zwei Körper ausstrahlen, von denen uns der eine als Punkt, der andere als Fläche erscheint. Hierunter ist die photometrische Vergleichung des Mondes und der Sonne mit Fixsternen begriffen.

Drittens sollen die verschiedenen Theile einer leuchtenden Fläche photometrisch mit einander verglichen werden. Hierunter ist sowohl die Bestimmung des Intensitätsverhältnisses einzelner Theile auf planetarischen Scheiben als auch die Helligkeitsmessung von Nebelflecken begriffen. Die Bestimmung der Albedo bei planetarischen Scheiben lässt sich durch Combination dieser drei Probleme in verschiedener Weise bewerkstelligen.

Wir werden uns im Folgenden ausschliesslich mit Behandlung der ersten Aufgabe beschäftigen und zwar nur mit der Bestimmung des relativen Intensitätsverhältnisses von Fixsternen.

Die allgemeinste und darum wahrscheinlichste Annahme, welche wir in Bezug auf das Licht sämmtlicher Fixsterne machen können, besteht darin, dass wir Intensität und Farbe eines jeden Sterns als Functionen der Zeit betrachten und daher streng genommen alle Sterne als veränderliche voraussetzen. Das numerische Verhältniss der veränderlichen zu den sogenannten unveränderlichen Sternen ist demnach ein durchaus relatives und lediglich durch die Anzahl und Genauigkeit unserer Beobachtungen bedingtes[1]).

---

[1]) Auch der Fixstern unseres Planetensystems muss mit Berücksichtigung der Sonnenflecken, namentlich der grossen aus den Jahren 535 und 626, zu den veränderlichen Sternen des Himmels gerechnet werden.

Die Art und Weise, in welcher man bisher versucht hat, das relative Intensitätsverhältniss einer grösseren Anzahl von Sternen durch bestimmte Zahlen auszudrücken, beruht indessen auf einer von der obigen wesentlich verschiedenen Annahme. Man hat in der Regel einen bestimmten Stern (meistens 1. Grösse) gewählt und mit diesem die Helligkeiten der anderen verglichen, ohne hierbei die Zeit, auf welche sich diese Beobachtungen beziehen, angeben zu können, da die erhaltenen Werthe Mittel aus Beobachtungen sind, die zu verschiedenen Zeiten angestellt wurden. Wenn man nun aber berücksichtigt, dass die Entscheidung, ob ein Stern veränderlich sei oder nicht, bisher wesentlich von dem Vorhandensein passender Vergleichssterne abhing, dass ferner derartige Vergleichungen desto unsicherer werden, je weiter die Vergleichssterne von dem zu beobachtenden entfernt sind, so muss gerade die Wahl eines Sternes erster Grösse für den oben besagten Zweck als sehr gewagt erscheinen. Sir John Herschel hebt diese Bedenklichkeit bei der Wahl von α Centauri als Einheit auch besonders hervor. Er sagt hierüber Folgendes[1]:

„*It is of course to be understood, that in speaking of α Centauri, which is a double star, the sum of the two individuals is intended, and the very fact of its being double and composed of two very bright individuals, gives a sort of security against the probability of its variation in our ignorance of the causes of the phenomena of variable stars, in as much as there is a sort of compensation in the independent variations of two or more individuals and at all events, the sum will vary in a less ratio to the whole if only one of the two be variable.*“

Wollen wir daher den Werthen des relativen Intensitätsverhältnisses der Fixsterne nicht eine ganz willkürliche und nichts weniger als wahrscheinliche Annahme zu Grunde legen, so müssen unsere Beobachtungen eine derartige Anordnung erhalten, dass in verhältnissmässig kurzer Zeit eine beschränkte Anzahl von Sternen mehrmals hintereinander beobachtet und das aus diesen Beobachtungen abgeleitete relative Intensitätsverhältniss mit Angabe der mittleren Beobachtungszeit in einen Katalog gebracht wird. Auf keinen Fall dürfen zur Erlangung von Mittelwerthen Beobachtungen combinirt werden, welche an verschiedenen Abenden angestellt worden sind. Man würde sich durch ein solches Verfahren offenbar gerade derjenigen Vortheile berauben, welche man bei einem genauen und bequemen photometrischen Appararate zur möglichst schnellen Entdeckung zahlreicher neuer veränderlicher Sterne in Händen hat. Da die früheren Beobachter jenes Verfahren in Anwendung gebracht haben und obenein Steinheil und Seidel mit einem grünlich gefärbten Objectiv beobachteten[2]), wodurch die röthlichen Sterne zu dunkel erscheinen mussten, so habe ich es für überflüssig gehalten, besondere Vergleichungen zwischen den Resultaten jener Beobachter und den meinigen hier mitzutheilen. Aus den im Kataloge angegebenen Werthen sind solche Vergleichungen sehr leicht zu berechnen und man wird sich in den meisten Fällen davon überzeugen, dass bei

---

[1]) Results of astronomical observations etc. § 292.

[2]) Vgl. Seidel, Untersuchungen etc. p. 58.

den Steinheil-Seidel'schen Messungen die röthlichen und gelben Sterne im Vergleich mit den von mir gefundenen Werthen zu niedrig angegeben sind. — Ich habe den grösseren Theil meiner Beobachtungen derartig angeordnet, dass man aus den Werthen des Kataloges die Intensitätsverhältnisse auf einen bestimmten Stern beziehen und demgemäss berechnen kann. Sobald aber die hierzu combinirten Beobachtungen verschiedenen Nächten angehören, halte ich aus den angeführten Gründen diese Berechnungen nur für Zeitverlust. —

Nach dem oben p. 32 mitgetheilten Resultaten ist der wahrscheinliche Fehler des Intensitätsverhältnisses zweier mit meinem Photometer beobachteten Sterne bei 8 Einzelablesungen gleich ± 0.0103 dieses Verhätnisses. Aus den zahlreichen im Tagebuche mit Angabe der Zeit aufgeführten Beobachtungen geht nun hervor, dass ich zur Anstellung von 32 solcher Einstellungen im Durchschnitt höchstens eine Stunde gebraucht habe. Man kann also mit meinem Photometer innerhalb einer Stunde das relative Intensitätsverhältniss von 4 Sternen bis auf ungefähr 1 Proc. genau bestimmen. Combinirt man nur 4 Einstellungen, so erhält man nach der Tabelle der wahrscheinlichen Fehler das relative Intensitätsverhältniss von 8 Sternen in einer Stunde bis auf ± 0.0147 oder ungefähr auf 1.5 Proc. genau. In der letzten Zeit meiner Beobachtungen habe ich mich mit der durch 4 Ablesungen erlangten Genauigkeit begnügt, indem es, wie ich glaube, zunächst von besonderem Interesse ist, in möglichst kurzer Zeit die Anzahl der veränderlichen Sterne vergrössern zu können.

Indessen sind unsere zuletzt gemachten Schlüsse nur unter folgenden zwei Voraussetzungen richtig:

1. dass der störende Einfluss der in verschiedenen Höhen verschiedenen Absorption der Atmosphäre vollkommen beseitigt ist;
2. dass die Beobachtungen an den natürlichen Sternen unter eben so günstigen Umständen angestellt werden wie diejenigen an künstlichen Sternen, so dass die für letztere ermittelten wahrscheinlichen Fehler auf die ersteren übertragen werden können.

Um der ersten Bedingung zu genügen, habe ich mit Berücksichtigung der schätzbaren Untersuchungen Seidels über die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre nur solche Sterne in das Bereich meiner Beobachtungen gezogen, welche sich gleichzeitig in einem Zenithalkreise von c. 22° Radius befanden. Innerhalb dieses Kreises betragen die grössten Unterschiede der Extinction kaum 1 Proc.[1]) und liegen daher nach dem Obigen innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler. In denjenigen Fällen, wo ich die angedeutete Zone überschritten habe, besassen die verglichenen Sterne mit wenigen Ausnahmen nur eine geringe Höhendifferenz, so dass hierdurch wieder der Einfluss der atmosphärischen Absorption eliminirt wurde. Nur bei einigen Sternen erster Grösse habe ich mir eine Ausnahme erlaubt.

Was nun die Benutzung der Extinctionstabelle zu wirklichen Correctionen der in verschiedenen Zenithalabständen gemachten Beobachtungen betrifft, so drückt sich Seidel hierüber selbst mit folgenden Worten aus (l. c. p. 52):

1) Seidel l. c. p. 43.

„Das aus einer einzelnen vollständigen Beobachtung[1]) abgeleitete Helligkeitsverhältniss zweier Sterne wird also durchschnittlich ungefähr um seinen 12. Theil von der Wahrheit abweichen können, wobei es übrigens keinen Zweifel leidet (in Anbetracht der Uebereinstimmung, welche die einzelnen zu derselben Beobachtung gehörigen Einstellungen unter sich zeigen), dass der geringere Theil dieser Unsicherheit auf Rechnung der Beobachtung, der grössere aber auf Seite der Reduction fällt, bei welcher für φz immer dieselben Mittelwerthe angenommen sind, während in Wahrheit die Durchsichtigkeit der Luft von einem Tag auf den andern variirt."[2])

Um also mit Hülfe der Extinctionstabelle die Beobachtungen von den Einflüssen der Absorption zu befreien, müssen die zu corrigirenden Werthe ebenfalls Mittelwerthe sein, d. h. durch Combination von Beobachtungen entstanden sein, welche in möglichst zahlreichen und von einander entfernten Nächten angestellt worden sind. Das Fehlerhafte dieses Verfahrens ist aber bereits oben auseinandergesetzt worden und es bleibt daher, wie ich glaube, zur vollkommenen Beseitigung des störenden Einflusses der Absorption nur der von mir eingeschlagene Weg übrig.

In der Auswahl der Nächte bin ich sehr vorsichtig gewesen und glaube nicht, dass irgend welche Beobachtungen durch mir unbemerkt gebliebene Wolkenbildung getrübt worden sind.

Bei der angegebenen Breite der Zenithalzone (44°) würden daher 5 solcher Zonen mehr als ausreichend sein, um die sämmtlichen Gestirne des Himmels zu umfassen. Da übrigens oben in dem entsprechenden Abschnitte gezeigt worden ist, dass der Anwendung meiner Methode selbst auf die schwächeren Sterne durchaus nichts hindernd im Wege steht, so ist vorläufig das Material zu Beobachtungen innerhalb einer solchen Zone als ein noch ganz unbegrenztes zu betrachten.

Was nun die zweite der oben aufgestellten Voraussetzungen betrifft, so sind die Umstände, unter welchen man die natürlichen Sterne beobachtet, eher noch günstiger als bei den Versuchen mit künstlichen Sternen. Durch Anwendung eines Reflexionsprisma's am Ocular befindet sich der Kopf des Beobachters selbst bei vollkommenen Zenithalsternen stets in einer bequemen und ganz ungezwungenen Lage, wie sich denn diese günstigen Einflüsse in der guten Uebereinstimmung der im Tagebuche ausführlich mitgetheilten Beobachtungen auch deutlich zeigen. Mithin ist man vollkommen dazu berechtigt, die für künstliche Sterne ermittelten wahrscheinlichen Fehler auf die Beobachtungen am Himmel zu übertragen. — Wo die Differenz der an verschiedenen Abenden für dasselbe Sternenpaar erhaltenen Werthe beträchtlich die Grenzen des wahrscheinlichen Fehlers überschreitet, glaube ich mit der grössten Sicherheit eine wirkliche Veränderlichkeit des einen jener Sterne annehmen zu dürfen. Man wird eine nicht unbedeutende Zahl solcher Sterne aus dem Kataloge zusammenstellen können.

---

[1]) Zu einer vollständigen Vergleichung mit dem Prismenphotometer gehören 4 Ablesungen. (Vgl. Steinheil, Elemente etc. p. 119.)

[2]) φz bezeichnet den Logarithmus des Extinctionscoefficienten.

Ueber die Einrichtung des Observatoriums sei hier nur kurz Folgendes bemerkt. Das flache, nur sehr wenig geneigte Dach hat eine c. 1 □Meter grosse Oeffnung, welche sich bequem durch einen seitlich auf Rollen laufenden Schieber verschliessen lässt. Unter dieser Oeffnung befindet sich ein kleiner quadratischer Tisch (c. 0.75 □Meter), welcher auf einer geräumigen (0.5 Meter hoch) Estrade befestigt ist, so dass sich das auf diesen Tisch gesetzte Photometer mit der Oeffnung des Fernrohres ungefähr in der Ebene des Daches befand. Auf diese Weise war dem Beobachter von allen Seiten bequem der Zutritt zum Apparate gestattet, und gleichzeitig gegen Wind und Zug ein möglichst grosser Schutz geboten. An der einen Seite des Tisches war das vom Gasometer im Erdgeschoss kommende Gasrohr befestigt und durch einen hinreichend langen Gummischlauch mit dem Photometer in Verbindung gesetzt; letzteres konnte hierdurch bequem je nach Bedürfniss an verschiedene Stellen der Tischplatte gerückt werden.

Die Einrichtung des Kataloges wird aus den über jeder Spalte angegebenen Bemerkungen ohne Weiteres verständlich sein. Hier sei nur bemerkt, dass die Werthe des relativen Intensitätsverhältnisses sich stets auf den nächst vorhergehenden Stern, bei welchem die Zahl 1.000 steht, als Einheit beziehen. Es bedeutet daher z. B. die Zahl 3.659 bei ρ Persei (Nr. 2) am 2. Dec. 1859 das Intensitätsverhältniss von $\frac{\rho}{\omega}$ Persei. Ebenso bedeutet die Zahl 2.858 bei α Persei (Nr. 12) am 15. Dec. 1859 das Intensitätsverhältniss von $\frac{\alpha}{\delta}$ Persei etc. ...

Wie man aus dem Kataloge ersieht, sind bei den Beobachtungen durchschnittlich 4 bis 5 Sterne combinirt und diese mehrere Male hintereinander gemessen worden. Es wurde stets der Anfang und das Ende solcher Gruppen von Beobachtungen notirt und das Mittel aus beiden Zeiten als mittlere Beobachtungszeit im Kataloge aufgeführt.

Die Positionen der Sterne sind aus Argelander's neuer Uranometrie (Berlin 1843) genommen. Die mit einem † bezeichneten Sterne verhalten sich bezüglich ihrer Helligkeit nach meinen Messungen gerade umgekehrt wie nach den Grössenangaben Argelander's. Es ist daher bei diesen Sternen mit ziemlicher Sicherheit eine Veränderlichkeit zu vermuthen.

Zur Bezeichnung derjenigen Sterne, bei welchen kein Buchstabe steht, habe ich die Flamsteed'schen Nummern angewandt.

Astrophotometrischer Katalog.

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840.		Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit.				Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
		AR	+D					Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.			
1	ω Persei	45° 15′	39° 0′	1.000		0.00000		1859 Decemb.	2	10	4	6	5	sehr klar.
2	ρ Persei	43 44	38 13	3.659	0.043	0.56338	röthlich	„	2	10	4	6	4	
3	β Cassiop.	0 9	58 16	1.000		0.00000		„	8	8	18	4	2.3	heller Mondschein.
4	α Cassiop.	7 52	55 39	1.122	0.016	0.05022	röthlich	„	8	8	18	4	var.	
5	γ Cassiop.	11 46	59 51	1.067	0.015	0.02790		„	8	8	18	4	2	
3	β Cassiop.	0 9	58 16	1.000		0.00000		„	13	5	50	4	2.3	am Schluss beginnende Nebelbildung.
4	α Cassiop.	7 52	55 39	1.157	0.017	0.06328	röthlich	„	13	5	50	4	var.	
5	γ Cassiop.	11 46	59 51	1.097	0.016	0.04040		„	13	5	50	4	2	
5	γ Cassiop.	11 46	59 51	1.000		0.00000		„	13	6	25	2	2	
6	δ Cassiop.	18 51	59 24	0.6218	0.0128	0.79364–1		„	13	6	25	2	3	
7	ε Cassiop.	25 44	62 53	0.3102	0.0064	0.49166–1		„	13	6	25	2	3.4	
5	γ Cassiop.	11 46	59 51	1.000		0.00000		„	15	5	30	2	2	sehr klar
6	δ Cassiop.	18 51	59 24	0.6697	0.0138	0.82586–1		„	15	5	30	2	3	
7	ε Cassiop.	25 44	62 53	0.3122	0.0064	0.49438–1		„	15	5	30	2	3.4	
1	ω Persei	45 15	39 0	1.000		0.00000		„	15	6	45	4	5	
8	β Persei	44 26	40 20	9.375	0.136	0.97196		„	15	6	45	4	var.	
2	ρ Persei	43 44	38 13	3.005	0.044	0.47786		„	15	6	45	4	4	
9	κ Persei	44 41	44 15	2.236	0.032	0.34956		„	15	6	45	4	4.5	
10	δ Persei	52 53	47 16	1.000		0.00000		„	15	9	7	4	3	†
11	γ Persei	43 18	52 52	1.070	0.015	0.02928	röthlich	„	15	9	7	4	3	
12	α Persei	48 14	49 17	2.858	0.042	0.45612		„	15	9	7	4	2	
13	ε Persei	56 47	39 33	1.061	0.015	0.02568		„	15	9	7	4	3.4	†
14	ϑ Aurigae	87 12	37 12	1.000		0.00000		„	15	10	20	4	3	
15	β Aurigae	86 57	44 55	1.692	0.025	0.22830		„	15	10	20	4	2	
16	ε Aurigae	72 38	43 35	0.7559	0.0262	0.87848–1	röthlich	„	15	10	20	4	3.4	
1	ω Persei	45 15	39 0	1.000		0.00000		1860	12	9	55	4	5	sehr klar
8	β Persei	44 26	40 20	8.212	0.120	0.91444		Januar	12	9	55	4	var.	Die Sterne γ Persei u. ε Aurigae sind diesmal nicht wie am 15. Dec. 1859 als röthlich notirt.
2	ρ Persei	43 44	38 13	2.768	0.040	0.44222		„	12	9	55	4	4	
9	κ Persei	44 41	44 15	2.036	0.029	0.30872		„	12	9	55	4	4.5	
10	δ Persei	52 53	47 16	1.000		0.00000		„	12	10	48	4	3	
11	γ Persei	43 18	52 52	1.034	0.015	0.01464		„	12	10	48	4	3	†
12	α Persei	48 14	49 17	2.763	0.040	0.44130		„	12	10	48	4	2	
13	ε Persei	56 47	39 33	1.034	0.015	0.01464		„	12	10	48	4	3.4	
14	ϑ Aurigae	87 12	37 12	1.000		0.00000		„	12	13	5	6	3	

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes	Position für 1840.		Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit.				Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
		AR	±D					Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.			
								1860						
16	ε Aurigae	72° 38′	43° 35′	0.7177	0.0085	0.85592–1		Januar	12	13	5	6	3.4	
17	α Aurigae	76 13	45 50	9.862	0.117	0.99896		„	12	13	5	6	1	
15	β Aurigae	86 57	44 55	2.025	0.024	0.30652		„	12	13	5	6	2	
18	δ Urs. maj.	181 52	57 55	1.000		0.00000		„	12	13	47	4	3.4	
19	α Urs. maj.	163 27	62 37	3.782	0.055	0.57776	schwach röthlich	„	12	13	47	4	2	
20	β Urs. maj.	163 2	57 14	2.138	0.031	0.33002		„	12	13	47	4	2.3	
21	γ Urs. maj.	176 21	54 35	2.165	0.031	0.33550		„	12	13	47	4	2.3	
1	ω Persei	45 15	39 0	1.000		0.00000		„	26	8	50	4	5	Sehr klar, windig (N. W.).
2	ρ Persei	43 44	38 13	3.063	0.045	0.48618	röthlich	„	26	8	50	4	4	
9	κ Persei	44 41	44 15	2.258	0.033	0.35368		„	26	8	50	4	4.5	†
22	ν Persei	53 35	42 4	2.042	0.030	0.30990		„	26	8	50	4	4	†
14	θ Aurigae	87 12	37 12	1.000		0.00000		„	26	9	27	4	3	
16	ε Aurigae	72 38	43 35	0.6586	0.0096	0.81862–1		„	26	9	27	4	3.4 var.	
17	α Aurigae	76 13	45 50	9.218	0.134	0.96462		„	26	9	27	4	1	
15	β Aurigae	86 57	44 55	1.608	0.023	0.20624		„	26	9	27	4	2	
1	ω Persei	45 15	39 0	1.000		0.00000		„	28	7	32	8	5	Sehr klar, starker Wind, (N. W.). abhmalo Mondsichel.
2	ρ Persei	43 44	38 13	2.913	0.030	0.46436	röthlich	„	28	7	32	8	4	
23	π Persei	42 8	39 1	0.6499	0.0067	0.81286–1		„	28	7	32	8	5	
9	κ Persei	44 41	44 15	2.116	0.022	0.32544		„	28	7	32	8	4.5	
24	λ Persei	58 40	49 55	1.000		0.00000		„	28	8	20	4	4.5	†
10	δ Persei	52 53	47 16	2.980	0.043	0.47426		„	28	8	20	4	3	
25	μ Persei	60 48	48 0	1.169	0.017	0.06768		„	28	8	20	4	4.5	
26	ε Persei	66 24	40 56	1.137	0.017	0.05578		„	28	8	20	4	5	†
1	ω Persei	45 15	39 0	1.000		0.00000		„	30	7	20	8	5	Erstes Mondviertel.
2	ρ Persei	43 44	38 13	3.144	0.032	0.49748	röthlich	„	30	7	20	8	4	
23	π Persei	42 8	39 1	0.5596	0.0576	0.74786		„	30	7	20	8	5	
9	κ Persei	44 41	44 15	2.542	0.026	0.40518	gelblich	„	30	7	20	8	4.5	
1	ω Persei	45 15	39 0	1.000		0.00000		Februar	10	6	45	4	5	Sehr klar und windstill.
2	ρ Persei	43 44	38 13	2.824	0.041	0.45082	röthlich	„	10	6	45	4	4	
23	π Persei	42 8	39 1	0.6619	0.0096	0.82080–1		„	10	6	45	4	5	
9	κ Persei	44 41	44 15	1.914	0.028	0.28198	gelblich	„	10	6	45	4	4.5	
24	λ Persei	58 40	49 55	1.000		0.00000		„	10	8	40	4	4.5	
10	δ Persei	52 53	47 16	3.385	0.049	0.52954		„	10	8	40	4	3	Sehr klar.
25	μ Persei	60 48	48 0	1.210	0.018	0.08282		„	10	8	40	4	4.5	
26	ε Persei	66 24	40 56	1.085	0.016	0.03552		„	10	8	40	4	5	
27	υ Aurigae	85 2	37 15	1.000		0.00000		„	10	9	50	8	5	

Nummer des Katalogs	Benennung der Sterne	Position für 1840				Relative Helligkeit	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit	Logarithmus der relativen Helligkeit	Farbe	Mittlere Beobachtungszeit				Anzahl der einzeln. Beob.	Ordnung nach Argelander	Bemerkungen
		AR		D						Jahr und Monat	Tag	h	m			
										1850						
29	[illegible] Aurigae	73°	51'	41°	1'	3.313	0.034	0.52020	gelblich	Februar	10	9	50	8	4.3	
[illegible]	ζ Aurigae	72	50	40	50	2.387	0.025	0.37788	röthlich	„	10	9	50	8	4	
30	[illegible] Aurigae	45	4	39	5	1.946	0.020	0.28922	röthlich	„	10	9	50	8	4	
[illegible]	δ Urs. maj.	[illegible]	52	57	55	1.000		0.00000		„	10	11	35	10	3.4	
[illegible]	α Urs. maj.	163	27	62	37	4.182	0.038	0.62134	röthlich	„	10	11	35	10	2	
26	β Urs. maj.	163	2	57	14	2.404	0.022	0.38090		„	10	11	36	10	2.3	
27	γ Urs. maj.	176	21	54	35	2.227	0.020	0.34766		„	10	11	36	10	2.3	
21	γ Urs. maj.	176	21	54	35	1.000		0.00000		„	10	13	10	8	2.3	
31	ε Urs. maj.	191	44	56	50	1.793	0.018	0.25346		„	10	13	10	8	2	
32	ζ Urs. maj.	199	22	55	46	1.457	0.015	0.16330		„	10	13	10	8	2	
33	η Urs. maj.	205	18	50	7	1.567	0.016	0.19500		„	10	13	10	8	2	
34	9 Camel.	69	33	66	4	1.000		0.00000		„	11	8	5	8	4	† Sehr klar.
35	10 Camel.	72	18	60	12	1.453	0.015	0.16220	röthlich	„	11	8	5	8	4	†
15	β Aurigae	86	57	44	55	8.074	0.083	0.90706	gelblich	„	11	8	5	8	2	
36	δ Aurigae	86	35	54	16	1.770	0.018	0.24798	röthlich	„	11	8	5	8	4.5	†
37	θ Geminor.	100	34	34	9	1.000		0.00000		„	11	9	27	8	3.4	
38	κ Geminor.	111	6	32	14	6.300	0.064	0.59040		„	11	9	27	8	2.1	
39	β Geminor.	113	53	28	14	10.47..	0.108	1.02022	röthlich	„	11	9	27	8	2.1	
14	θ Aurigae	87	12	37	12	2.409	0.025	0.38186		„	11	9	27	8	3	
10	δ Persei	52	53	47	16	1.000		0.00000		„	13	7	45	8	3	† Sehr klar. Wind N.O.
13	ε Persei	56	47	39	33	1.052	0.011	0.02206		„	13	7	45	8	3.4	
40	ι Aurigae	71	39	32	54	1.598	0.016	0.20362	röthlich	„	13	7	45	8	3	
41	β Tauri	79	3	28	28	3.237	0.033	0.51012	bläulich	„	13	7	45	8	2	
42	ο Urs. maj.	124	14	61	15	1.000		0.00000	roth	„	14	8	25	8	3.4	Wind. N.N.W.
38	κ Geminor.	111	6	32	14	4.560	0.047	0.65890		„	14	8	25	8	2.1	Beim Sonnenuntergang in
43	θ Urs. maj.	140	32	52	24	1.027	0.011	0.01164	gelblich	„	14	9	7	8	3	N. O. Cirro-Stratus. Spä-
44	ι Urs. maj.	132	3	48	40	1.148	0.012	0.06006		„	14	9	7	8	3	ter sehr klar.
45	κ Urs. maj.	133	10	47	47	0.7224	0.007	0.85876–1		„	14	9	7	8	3.4	
46	10 Urs. maj.	132	34	42	25	1.000		0.00000		„	14	10	5	8	4	
45	κ Urs. maj.	133	10	47	47	1.243	0.013	0.09460		„	14	10	5	8	3.4	
47	38 Lyncis	137	13	37	29	1.037	0.019	0.01570		„	14	10	5	8	4	
48	40 Lyncis	137	49	35	4	2.281	0.023	0.35810	röthlich	„	14	10	5	8	3.4	
49	31 Leon. min	154	39	37	31	1.000		0.00000		„	14	11	32	8	4.5	
43	θ Urs. maj.	140	32	52	24	2.466	0.025	0.39206		„	14	11	32	8	3	
50	λ Urs. maj.	151	51	43	43	1.882	0.019	0.27458		„	14	11	32	8	3.4	
51	μ Urs. maj.	153	12	42	18	3.233	0.033	0.50968	röthlich	„	14	11	32	8	3	

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840.		Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit.				Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
		AR	+D					Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.			
52	μ Leo. maj.	145° 55′	26° 45′	1.000		0.00000		1860 Februar	14	12	22	4	4	
53	ζ Leo. maj.	151 57	24 13	1.216	0.018	0.08516		„	14	12	22	4	3	†
54	ε Leo. maj.	144 11	24 30	2.041	0.030	0.31018		„	14	12	22	4	3	
48	40 Lyncis	137 49	35 4	1.831	0.027	0.26270	röthlich	„	14	12	22	4	3.4	†
1	ω Persei	45 15	39 0	1.000		0.00000		„	17	8	25	8	5	Sehr klar. Das Fernrohr hatte ein anderes Objectiv (Nr. II) mit stärkerer Vergrösserung erhalten.
2	ρ Persei	43 44	38 13	3.154	0.032	0.49892	röthlich	„	17	8	25	8	4	
23	π Persei	42 8	39 1	0.7977	0.008	0.90184–1		„	17	8	25	8	5	
27	υ Aurigae	85 2	37 15	1.000		0.00000	gelblich	„	17	9	37	8	5	
55	τ Aurigae	84 31	39 7	1.186	0.012	0.07392		„	17	9	37	8	5	
56	ν Aurigae	85 6	39 5	1.963	0.020	0.29292		„	17	9	37	8	4	
57	40 Aurigae	88 53	38 30	0.4719	0.0049	0.67380–1		„	17	9	37	8	6	
58	ω Urs. maj.	161 11	44 2	1.000		0.00000		„	17	11	10	2	5	
59	ψ Urs. maj.	165 10	45 22	5.757	0.119	0.76020	röthlich	„	17	11	10	2	3	
60	31 Leo. min.	154 39	37 31	1.000		0.00000		„	22	10	7	8	4.5	Sehr klar.
50	λ Urs. maj.	151 51	43 43	3.415	0.035	0.53338		„	22	10	7	8	3.4	
51	μ Urs. maj.	153 12	42 18	5.374	0.055	0.73034	röthlich	„	22	10	7	8	3	
61	33 *H* U. maj.	155 58	41 15	0.2711	0.0028	0.43316–1		„	22	10	7	8	5	
62	38 Leo. min.	157 29	38 45	1.000		0.00000		„	22	11	30	4	6	
60	31 Leo. min.	154 39	37 31	3.393	0.049	0.53064		„	22	11	30	4	4.5	
61	33 *H* U. maj.	155 58	41 15	1.133	0.0165	0.05436		„	22	11	30	4	5	
63	35 Leo. min.	156 47	37 9	0.5901	0.0086	0.77096–1		„	22	11	30	4	6	
64	φ Urs. maj.	145 18	54 49	1.000		0.00000		„	26	9	7	4	5.4	Anfangs sehr klar; später wegen Wolken unterbrochen.
43	ϑ Urs. maj.	140 32	52 24	3.989	0.058	0.60080		„	26	9	7	4	3	
65	υ Urs. maj.	144 53	59 47	2.397	0.035	0.37968		„	26	9	7	4	4.3	
66	α Leonis	149 58	12 45	1.000		0.00000		März	14	9	27	4	1.2	Im S.W. Cirrostratus; sonst dem Anscheine nach ziemlich klar.
67	α Can. min.	112 44	5 38	2.502	0.036	0.39822	roth	„	14	9	27	4	1	
39	β Geminor.	113 53	28 24	1.592	0.023	0.20178	roth	„	14	9	27	4	2.1	
68	α Aurigae	76 13	45 50	4.012	0.058	0.60330	gelblich	„	14	9	27	4	1	
66	α Leonis	149 58	12 45	1.000		0.00000		„	20	8	17	10	1.2	Zuerst in N.W. am Horizonte Cirro-stratus. Später sehr klar.
67	α Can. min.	112 44	5 38	2.526	0.023	0.40242	roth	„	20	8	17	10	1	
39	β Geminor.	113 53	28 24	1.536	0.014	0.18646	röthlich	„	20	8	17	10	2.1	
68	α Aurigae	76 13	45 50	3.899	0.036	0.59090	gelblich	„	20	8	17	10	1	
69	ζ Urs. maj.	167 25	32 26	1.000		0.00000		„	20	11	7	8	4.3	†
21	γ Urs. maj.	176 21	54 35	3.268	0.034	0.51422		„	20	11	7	8	2.3	
70	χ Urs. maj.	174 24	48 40	1.179	0.012	0.07134	röthlich	„	20	11	7	8	4	†
71	ν Urs. maj.	167 27	33 58	1.479	0.015	0.17002	röthlich	„	20	11	7	8	3.4	

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840. AR	Position für 1840. +D	Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit. Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.	Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
72	43 Com. Ber.	196° 6′	28° 41′	1.000		0.00000		1860 März	20	12	22	8	4	†
33	η Urs. maj.	205 18	50 7	8.014	0.083	0.90386		„	20	12	22	8	2	
73	12 Can. ven.	192 8	39 11	3.361	0.035	0.52648	gelblich	„	20	12	22	8	3	
74	8 Can. ven.	186 32	42 14	1.016	0.010	0.00704		„	20	12	22	8	4.5	†
75	κ Draconis	186 39	70 40	1.000		0.00000		„	20	13	30	8	3.4	
32	ζ Urs. maj.	199 22	55 46	4.952	0.051	0.69474		„	20	13	30	8	2	
76	α Draconis	210 1	65 9	1.229	0.013	0.08936		„	20	13	30	8	3.4	
77	ι Draconis	230 21	59 32	1.891	0.019	0.27678	röthlich	„	20	13	30	8	3	
65	υ Urs. maj.	144 53	59 47	1.000		0.00000		„	22	9	27	8	4.3	Sehr klar und windstill.
42	o Urs. maj.	124 14	61 15	1.470	0.015	0.16718	röthlich	„	22	9	27	8	3.4	
78	h Urs. maj.	139 43	63 45	1.099	0.011	0.04090		„	22	9	27	8	3.4	
79	λ Draconis	170 28	70 13	1.128	0.012	0.05222	röthlich	„	22	9	27	8	3.4	
80	54 Leonis	161 44	25 36	1.000		0.00000		„	22	10	13	8	4.5	
81	χ Urs. maj.	174 24	48 40	1.943	0.020	0.28854	gelblich	„	22	10	13	8	4	
59	ψ Urs. maj.	165 10	45 22	3.525	0.036	0.54712		„	22	10	13	8	3	
82	46 Leo. min.	161 5	35 5	1.811	0.019	0.25794		„	22	10	13	8	4	
83	ι Bootis	212 37	52 6	1.000		0.00000		„	22	11	13	8	4.5	
33	η Urs. maj.	205 18	50 7	11.35	0.117	1.05508	bläulich	„	22	11	13	8	2	
84	κ Bootis	211 56	52 32	1.303	0.013	0.11486		„	22	11	13	8	4.5	
85	θ Bootis	214 56	52 36	1.844	0.019	0.26562		„	22	11	13	8	4.3	
83	ι Bootis	212 37	52 6	1.000		0.00000		„	22	11	55	8	4.5	Das Fernrohr hatte das grössere Objectiv (Nr. II) erhalten.
84	κ Bootis	211 56	52 32	1.289	0.013	0.11034		„	22	11	55	8	4.5	
85	θ Bootis	214 56	52 36	1.814	0.019	0.25858		„	22	11	55	8	4.3	
86	84 Urs. maj.	205 9	55 14	1.000		0.00000		„	22	12	40	8	6	
87	83 Urs. maj.	203 40	55 30	3.342	0.034	0.52392	röthlich	„	22	12	40	8	6.5	
88	86 Urs. maj.	206 59	54 31	1.123	0.012	0.05042		„	22	12	40	8	6	
84	κ Bootis	211 56	52 32	3.427	0.035	0.53492		„	22	12	40	8	4.5	
89	λ Bootis	212 34	46 50	1.000		0.00000		„	22	13	0	4	4	
85	θ Bootis	214 56	52 36	1.207	0.018	0.08166		„	22	13	0	4	4.3	
90	γ Bootis	216 25	39 0	2.511	0.052	0.39988		„	22	13	0	2	3.2	
91	β Bootis	223 59	41 1	1.986	0.041	0.29804	röthlich	„	22	13	0	2	3	
92	τ Urs. maj.	134 25	64 10	1.000		0.00000	gelblich	„	23	9	27	8	5.4	Sehr klar. Wind S.W.
78	h Urs. maj.	139 43	63 45	2.455	0.025	0.39012	röthlich	„	23	9	27	8	3.4.	Draco.
93	c Urs. maj.	135 25	62 5	0.7009	0.007	0.84566-1	röthlich	„	23	9	27	8	5	Nord. . †.
94	6 Urs. maj.	130 2	62 33	0.4166	0.0043	0.61970-1		„	23	9	27	8	5	● κ .4
95	σ² Urs. maj.	134 3	67 47	0.8442	0.0087	0.92644-1		„	23	10	12	8	5	Süd.

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840.		Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit.				Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
		AR	+D					Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.			
96	σ¹ Urs. maj.	133° 34′	67° 31′	0.7591	0.0078	0.88028–1		1860 März	23	10	12	8	5 [1]	
97	ρ Urs. maj.	132 0	68 15	0.9599	0.0099	0.98222–1		„	23	10	12	8	5	
98	† Draconis	?	?	1.000		0.00000		„	23	11	12	2	?	
75	ϰ Draconis	186 39	70 40	2.491	0.051	0.39642		„	23	11	12	2	3.4	
99	4 Draconis	185 46	70 5	1.129	0.023	0.05268		„	23	11	12	2	5	
89	λ Bootis	212 34	46 50	1.000		0.00000		April	10	11	42	8	4	
85	ϑ Bootis	214 56	52 36	1.178	0.012	0.07108	röthlich	„	10	11	42	8	4.3	
90	γ Bootis	216 25	39 0	2.629	0.027	0.41984	grünlich	„	10	11	42	8	3.2	
91	β Bootis	223 59	41 1	1.981	0.020	0.29688	gelblich	„	10	11	42	8	3	
100	δ Bootis	227 16	33 55	1.000		0.00000		„	10	12	30	4	3	
91	β Bootis	223 59	41 1	1.101	0.016	0.04180		„	10	12	30	4	3	
101	ρ Bootis	216 14	31 4	0.9910	0.014	0.99608–1	röthlich	„	10	12	30	4	4.3	
102	ε Bootis	219 30	27 45	2.963	0.043	0.47178		„	10	12	30	4	2.3	
103	16 Com. Ber.	184 45	27 43	1.000		0.00000		„	13	9	30	8	5 [2]	
104	8 Can. ven.	186 32	42 14	2.124	0.022	0.32720	röthlich	„	13	9	30	8	4.5	
105	15 Com. Ber.	184 44	29 10	1.973	0.020	0.29510	roth	„	13	9	30	8	4.5	
106	14 Com. Ber.	184 36	28 9	1.141	0.012	0.05740		„	13	9	30	8	5.4	
107	17 Com. Ber.	185 14	26 48	0.7873	0.0081	0.89612–1		„	13	10	40	8	5	
108	13 Com. Ber.	184 4	26 59	0.7991	0.0082	0.90260–1		„	13	10	40	8	5	
109	12 Com. Ber.	183 37	26 44	1.136	0.012	0.05544		„	13	10	40	8	5	
110	7 Com. Ber.	182 4	24 50	1.094	0.011	0.03920	orange	„	13	10	40	8	5.6 [3]	†
111	23 Com. Ber.	186 43	23 31	0.6091	0.0063	0.78472–1		„	13	10	40	8	5	†
112	31 Com. Ber.	190 58	28 25	1.000		0.00000		„	13	12	15	8	5	
72	43 Com. Ber.	196 6	28 41	1.813	0.019	0.25830	röthlich	„	13	12	15	8	4	
113	41 Com. Ber.	194 52	28 29	1.242	0.013	0.09398	roth	„	13	12	15	8	5	
114	37 Com. Ber.	193 9	31 39	1.154	0.012	0.06204		„	13	12	15	8	5	
115	ζ Leonis	151 57	24 13	1.000		0.00000		„	15	10	15	8	3 [4]	†
116	β Leonis	175 13	15 28	3.175	0.033	0.50172		„	15	10	15	8	2	
117	δ Leonis	166 24	21 24	2.188	0.022	0.34012	roth	„	15	10	15	8	2.3	
118	ϑ Leonis	166 28	16 18	1.071	0.011	0.02994		„	15	10	15	8	3.4	†
119	γ Leonis	152 47	20 39	3.812	0.039	0.58110	röthlich	„	15	10	15	8	2	
120	σ Bootis	216 56	30 27	1.000		0.00000		„	15	11	52	8	5.4	
102	ε Bootis	219 30	27 45	7.250	0.075	0.86034	gelblich	„	15	11	52	8	2.3	
121	34 Bootis	219 6	27 13	0.8229	0.0085	0.91532–1	roth	„	15	11	52	8	6 [5]	
101	ρ Bootis	216 14	31 4	2.400	0.025	0.38018		„	15	11	52	8	4.3	
90	γ Bootis	216 25	39 0	3.627	0.037	0.55958		„	12	11	52	8	3.2	

[1] Der mit † bezeichnete Stern im Drachen steht ungefähr ebenso weit von ϰ als 4 Drac. († steht nördlich von ϰ.) Weder in Hardings noch in Argelanders Atlas habe ich diesen Stern finden können, welcher, wie man sieht, fast ebenso hell ist als 4 Drac. Indessen bezieht sich diese Angabe nur auf diese einmalige Beobachtung und ist daher die Möglichkeit eines Irrthums nicht ausgeschlossen. — Am 6. Dec. 1860 habe ich diesen † Stern nicht mehr finden können. — [2] Sehr klar und windstill. — [3] Der Stern 7 Com. Ber. ist also nach den Beobachtungen heller als 23 Com. Ber., entgegengesetzt den Grössenangaben Argelanders. — [4] Sehr klar. — [5] Der Stern 34 Bootis ist nach meinen Beobachtungen entschieden 4-5 Grösse, während ihn Argelander als 6. Grösse bezeichnet.

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840. AR	Position für 1840. +D	Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit. Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.	Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
122	15} Can. 17} venat.	195° 35' 195 40	39° 23' 39 21	1.000		0.00000		1860 April	17	10	45	8	5	
104	8 Can. ven.	186 32	42 14	4.596	0.047	0.66234	gelb	„	17	10	45	8	4.5	
123	14 Can. ven.	194 34	36 59	1.800	0.018	0.25524		„	17	10	45	8	5	
124	11 *H*Can. v.	196 37	41 0	2.465	0.025	0.39184		„	17	10	45	8	5	
125	20 Can. ven.	197 35	41 25	3.053	0.031	0.48464		„	17	10	45	8	5.4	
126	17 *H*Can. v.	201 55	38 0	2.373	0.024	0.37526		„	17	10	45	8	5	
127	25 Can. ven.	202 37	37 6	2.718	0.028	0.43442		„	17	10	45	8	5	
128	23 *H*Can. v.	206 1	35 28	2.817	0.029	0.44982	röthlich	„	17	10	45	8	5	
100	δ Bootis	227 16	33 55	1.000	0.000	0.00000		„	17	12	40	8	3	
91	β Bootis	223 59	41 1	0.9439	0.0097	0.97492–1	röthlich	„	17	12	40	8	3	
129	ϑ Coronae	231 37	31 54	0.4882	0.0050	0.68858–1		„	17	12	40	8	4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	17	13	23	4	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.7604	0.0111	0.88102–1		„	17	13	23	4	var.	
132	5 *H*Can. v.	186 26	34 8	1.000		0.00000		„	18	11	15	4	5	sehr klar und windstill.
104	8 Can. ven.	186 32	42 14	3.236	0.0471	0.51004	röthlich	„	18	11	15	4	4.5	
133	6 Can. ven.	184 29	39 54	1.621	0.024	0.20964		„	18	11	15	4	5.6	
134	2 *H*Can. v.	182 7	33 57	1.667	0.024	0.22190		„	18	11	15	4	5	
120	σ Bootis	216 56	30 27	1.000		0.00000		„	18	12	10	4	5.4	
135	ψ Bootis	224 24	27 25	1.045	0.015	0.01900	orange	„	18	12	10	4	4.5	
136	b Bootis	225 22	26 55	0.3883	0.0057	0.58918–1		„	18	12	10	4	6	
137	ω Bootis	223 46	25 39	0.8505	0.0124	0.92966–1		„	18	12	10	4	5.4	
138	c Bootis	225 4	25 30	0.6933	0.0101	0.84092–1		„	18	12	10	4	5.4	
132	5 *H*Can. v.	186 26	34 8	1.000		0.00000		Mai	1	10	35	4	5	† sehr klar. Mondschein: windig: N.O.
104	8 Can. ven.	186 32	42 14	2.862	0.042	0.45662		„	1	10	35	4	4.5	
133	6 Can. ven.	184 29	39 54	1.472	0.021	0.16784		„	1	10	35	4	5.6	†
134	2 *H*Can. v.	182 7	33 57	1.510	0.022	0.17900		„	1	10	35	4	5	
120	σ Bootis	216 56	30 27	1.000		0.00000		„	1	11	37	6	5.4	
135	ψ Bootis	224 24	27 25	1.010	0.012	0.00432	röthlich	„	1	11	37	6	4.5	
136	b Bootis	225 22	26 55	0.3393	0.0040	0.53058–1		„	1	11	37	6	6	
137	ω Bootis	223 46	25 39	0.8186	0.0097	0.91308–1	gelblich	„	1	11	37	6	5.4	
138	c Bootis	225 4	25 30	0.6293	0.0075	0.79884–1		„	1	11	37	6	5.4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.0000		0.00000		„	1	12	16	2	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.6374	0.0131	0.80442–1		„	1	12	16	2	var.	
139	δ Coronae	235 43	26 34	1.0000		0.00000		„	1	13	2	4	4.5	
100	δ Bootis	227 16	33 55	2.531	0.037	0.40330		„	1	13	2	4	3	

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840.		Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit.				Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
		AR	+D					Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.			
140	β Coronae	230° 19′	29° 40′	1.989	0.029	0.29872		1860 Mai	1	13	2	4	4.3	
141	α Coronae	231 59	27 15	7.031	0.102	0.84702		„	1	13	2	4	2	
142	γ Coronae	234 0	26 48	1.707	0.025	0.23218		„	1	13	2	4	4.3	
143	ε Coronae	237 45	27 21	1.487	0.022	0.17224		„	1	13	2	4	4	
139	δ Coronae	235 43	26 34	1.000		0.00000		„	15	11	55	4	4.5	sehr klar.
100	δ Bootis	227 16	33 55	2.835	0.041	0.45254		„	15	11	55	4	3	
140	β Coronae	230 19	29 40	2.369	0.034	0.37446		„	15	11	55	4	4.3	
141	α Coronae	231 59	27 15	7.454	0.108	0.87238		„	15	11	55	4	2	
142	γ Coronae	234 0	26 48	1.781	0.026	0.25070		„	15	11	55	4	4.3	
143	ε Coronae	237 45	27 21	1.603	0.023	0.20490		„	15	11	55	4	4	
144	ν Bootis	231 18 231 31	41 23 41 27	1.000		0.00000		„	15	10	52	4	4	ν ist optisch doppelt; der hellere ist gemessen.
129	θ Coronae	231 37	31 54	1.728	0.025	0.23742		„	15	10	52	4	4	†
145	μ Bootis	229 37	37 56	1.757	0.026	0.24478		„	15	10	52	4	4.3	†
146	ζ Coronae	233 20	37 10	1.314	0.019	0.11860		„	15	10	52	4	4	†
147	χ Herculis	236 47	42 54	1.314	0.019	0.11860		„	15	10	52	4	4.5	†
148	υ Herculis	239 27	46 29	1.238	0.018	0.09266		„	15	10	52	4	4.5	
149	φ Herculis	240 56	45 21	1.641	0.024	0.21498		„	15	10	52	4	4	
150	τ Herculis	243 44	46 42	2.228	0.032	0.34790		„	15	10	52	4	3.4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	15	12	32	2	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.6693	0.0138	0.82564−1		„	15	12	32	2	var.	
151	α Lyrae	277 53	38 38	1.000		0.00000	weiss	Juni	4	11	10	8	1	sehr klar. windstill. Vollmond.
152	α Bootis	212 5	20 1	1.165	0.012	0.06644	roth	„	4	11	10	8	1	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	4	11	45	4	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.6785	0.0099	0.83156−1		„	4	11	45	4	var.	
153	ε Herculis	253 33	31 10	1.000		0.00000		„	4	12	20	4	3.4	
154	η Herculis	249 21	39 14	1.556	0.023	0.19212	gelblich	„	4	12	20	4	3	
155	π Herculis	257 22	37 0	2.180	0.032	0.33844	röthlich	„	4	12	20	4	3.4	
156	ζ Herculis	248 49	31 54	2.817	0.041	0.44974		„	4	12	20	4	3.2	
157	δ Herculis	257 7	25 2	1.952	0.028	0.29044		„	4	12	20	4	3	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	4	12	47	4	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.5938	0.0086	0.77368−1		„	4	12	47	4	var.	
158	σ Herculis	247 14	42 46	1.000		0.00000		„	12	11	5	4	4	sehr klar.
150	τ Herculis	243 44	46 42	1.234	0.018	0.09130		„	12	11	5	4	3.4	
154	η Herculis	249 21	39 14	1.833	0.027	0.26310		„	12	11	5	4	3	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	12	11	28	4	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.8914	0.0130	0.95008−1	gelblich	„	12	11	28	4	var.	

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840. AR	+D	Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit. Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.	Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
								1860						
159	ν Herculis	268° 6′	30° 12′	1.000		0.00000		Juni	12	11	57	4	4.5	
157	δ Herculis	257 7	25 2	2.539	0.037	0.40464		„	12	11	57	4	3	
160	μ Herculis	265 3	27 49	2.011	0.029	0.30346		„	12	11	57	4	3.4	
161	ξ Herculis	267 53	29 16	1.816	0.026	0.25912		„	12	11	57	4	4.3	
162	ο Herculis	270 20	28 45	1.519	0.022	0.18146		„	12	11	57	4	4.3	
163	θ Herculis	267 41	37 16	1.585	0.023	0.20004		„	12	11	57	4	4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	12	12	29	4	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.9002	0.0131	0.95436–1	gelblich	„	12	12	29	4	var.	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		Juli	10	11	16	4	3.4	Anfangs in der Nähe des Horizontes leichte Wolkenbildung; später klar. Wind N.O.
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.8023	0.0117	0.90434–1		„	10	11	16	4	var.	
164	ν Draconis	262 15 262 17	55 18 55 17	1.000		0.00000		„	10	11	16	4	4	
155	π Herculis	257 22	37 0	3.228	0.047	0.50898	röthlich	„	10	11	16	4	3.4	
165	ι Herculis	263 44	46 6	1.411	0.021	0.14956		„	10	11	16	4	3.4	
166	γ Draconis	268 13	51 30	7.299	0.106	0.86324	röthlich	„	10	11	16	4	2.3	
167	β Draconis	261 42	52 25	4.071	0.059	0.60968		„	10	11	16	4	3.2	
168	ξ Draconis	267 41	56 54	1.641	0.024	0.21508		„	10	11	16	4	3.4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	10	12	12	4	3.4	
162	ο Herculis	270 20	28 45	0.5861	0.0085	0.76794–1		„	10	12	12	4	4.3	
169	ζ Lyrae	279 49 279 49	37 26 37 26	0.4619	0.0067	0.66452–1		„	10	12	12	4	4.5	
170	δ Lyrae	282 14	36 42	0.4619	0.0067	0.66452–1		„	10	12	12	4	4.5	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		„	15	12	1	4	3.4	Sehr klar.
131	β Lyrae	281 3	33 11	1.019	0.015	0.00828		„	15	12	1	4	var.	
171	η Lyrae	287 15	38 52	1.000		0.00000		„	15	12	45	4	4.5	
170	δ Lyrae	282 14	36 42	1.358	0.020	0.13292		„	15	12	45	4	4.5	
172	θ Lyrae	287 42	37 51	1.163	0.017	0.06562		„	15	12	45	4	4.5	
173	η Cygni	297 34	34 40	1.791	0.026	0.25294		„	15	12	45	4	4.5	
174	δ Cygni	294 59	44 45	4.175	0.061	0.62060		„	15	12	45	4	3	
175	γ Cygni	304 7	39 45	8.355	0.122	0.92198	orange	„	15	12	45	4	3.2	
176	ε Cygni	309 56	33 22	6.989	0.102	0.84442		„	15	12	45	4	3.2	
171	η Lyrae	287 15	38 52	1.000		0.00000		„	17	12	21	2	4.5	Sehr klar.
170	δ Lyrae	282 14	36 42	1.247	0.026	0.09596		„	17	12	21	2	4.5	
172	θ Lyrae	287 42	37 51	1.015	0.021	0.00634		„	17	12	21	2	4.5	
173	η Cygni	297 34	34 40	1.380	0.028	0.14000		„	17	12	21	2	4.5	
174	δ Cygni	294 59	44 45	3.811	0.078	0.58108		„	17	12	21	2	3	
175	γ Cygni	304 7	39 45	7.501	0.155	0.87514		„	17	12	21	2	3.2	
176	ε Cygni	309 56	33 22	6.034	0.124	0.78062		„	17	12	21	2	3.2	

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes	Position für 1840. AR	Position für 1840. +D	Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit. Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.	Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
130	γ Lyrae	283° 14′	32° 28′	1.000		0.00000		1860 Juli	17	11	24	4	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.7765	0.0113	0.89018–1		„	17	11	24	4	var.	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000		August	18	10	40	4	3.4[1]	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.8534	0.0124	0.93118–1		„	18	10	40	4	var.	
177	α Delphini	308 3	15 21	1.000		0.00000		„	18	11	12	4	4.3	†
178	β Delphini	307 31	14 3	2.157	0.031	0.33378		„	18	11	12	4	3.4	
179	γ Delphini	309 49	15 33	1.861	0.027	0.26980		„	18	11	12	4	3.4	
180	δ Delphini	309 0	14 30	1.729	0.025	0.23770		„	18	11	12	4	4	†
181	ε Delphini	306 23	10 46	1.416	0.021	0.15104		„	18	11	12	4	4	†
182	μ Cygni	324 15	28 1	1.000		0.00000	5	„	18	12	0	4	4.5[2]	
176	ε Cygni	309 56	33 22	7.246	0.106	0.86010	9.3	„	18	12	0	4	3.2	
183	ζ Cygni	316 32	29 34	3.350	0.049	0.52508	5	„	18	12	0	4	3	
184	κ Pegasi	324 21	24 55	1.367	0.020	0.13574	5	„	18	12	0	4	4	
185	ι Pegasi	329 54	24 34	1.911	0.028	0.28134	5	„	18	12	0	4	4	
9	κ Persei	44 41	44 15	1.000		0.00000	13.5	„	18	12	45	4	4.5	
8	β Persei	44 26	40 20	4.461	0.065	0.64954	5	„	18	12	45	4	var.	
186	α Cygni	309 0	44 43	1.000		0.00000	5.6	„	20	10	15	4	2.1[3]	
151	α Lyrae	277 53	38 38	2.997	0.044	0.47664	4.1	„	20	10	15	4	1	
187	α Aquilae	295 45	8 27	1.284	0.019	0.10856	5.9	„	20	10	15	4	1.2	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	5	„	20	10	49	4	3.4	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.4927	0.007	0.69254–1	schwach röthlich	„	20	10	49	4	var.	
177	α Delphini	308 3	15 21	1.000		0.00000	5	„	20	11	25	2	4.3	†
178	β Delphini	307 31	14 3	2.321	0.048	0.36560	5	„	20	11	25	2	3.4	
179	γ Delphini	309 49	15 33	1.821	0.037	0.26032	5	„	20	11	25	2	3.4	
180	δ Delphini	309 0	14 30	1.792	0.037	0.25342	5	„	20	11	25	2	4	†
181	ε Delphini	306 23	10 46	1.397	0.029	0.14526	5	„	20	11	25	2	4	†
5	γ Cassiop.	11 46	59 51	1.000		0.00000	5	„	23	12	15	2	2	
3	β Cassiop.	0 9	58 16	0.9826	0.0202	0.99238–1	5	„	23	12	15	2	2	
6	δ Cassiop.	18 51	59 24	0.5780	0.0119	0.76194–1	5	„	23	12	15	2	3	
7	ε Cassiop.	25 44	62 53	0.3291	0.0068	0.51728–1	5	„	23	12	15	2	3.4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	5.2	„	28	8	35	4	3.4[4]	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.9188	0.0134	0.96320–1	5	„	28	8	35	4	var.	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	5	Septbr.	9	9	55	4	3.4[5]	
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.8116	0.0118	0.90932–1	5	„	9	9	55	4	var.	
5	γ Cassiop.	11 46	59 51	1.000		0.00000	3.7	„	9	11	55	4	2	
3	β Cassiop.	0 9	58 16	0.8628	0.0126	0.93592–1	3.7	„	9	11	55	4	2.3	

[1] Sehr klar Wind S. W. [2] Das Colorimeter kam heut zum ersten Male in Anwendung. Es werden nur die auffallenderen von den farbigen Sternen einer besonderen Bestimmung unterworfen, so dass die Zahl 5. wie die spätere 3.7 nur die Einstellung des Colorimeters bei den Intensitätsbestimmungen bezeichnet, ohne dass dieselbe auf besonderen Messungen beruhte. [3] Wind S. W., sehr klar. [4] Wind S. S. W., sehr klar, Mondschein. [5] Sehr klar, Wind N. W.

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840.		Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit.				Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
		AR	+D					Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.			
6	δ Cassiop.	18° 51′	59° 24′	0.5493	0.0114	0.73982-1	3.7	1860 Septbr.	9	11	55	2	3	
7	ε Cassiop.	25 44	62 53	0.2078	0.0043	0.31768-1	3.7	„	9	11	55	2	3.4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	3.7	„	11	9	47	4	3.4	Sehr klar und windstill.
131	β Lyrae	281 3	33 11	1.040	0.0151	0.01676	3.7	„	11	9	47	4	var.	
182	υ Cygni	317 50	34 14	1.000		0.00000	3.7	„	11	10	37	4	4.5	
183	ρ Cygni	321 59	44 53	1.550	0.0226	0.19038	4.5	„	11	10	37	4	4.5	
184	σ Cygni	317 47	38 44	1.165	0.0170	0.06632	3.7	„	11	10	37	4	4.5	
185	τ Cygni	317 6	37 22	1.991	0.0290	0.29912	3.7	„	11	10	37	4	4	
186	ξ Cygni	314 47	43 17	2.220	0.0323	0.34630	4.5	„	11	10	37	4	4	
187	ν Cygni	312 48	40 33	1.514	0.0221	0.18024	3.7	„	11	10	37	4	4	
188	ι Androm.	352 34	42 23	1.000		0.00000	3.7	„	11	11	34	4	4	
189	λ Androm.	352 26	45 35	1.563	0.0228	0.19410	3.7	„	11	11	34	4	4	
190	κ Androm.	353 8	43 27	1.110	0.0162	0.04546	3.7	„	11	11	34	4	4	
191	ο Androm.	343 38	41 28	1.744	0.0254	0.24168	3.7	„	11	11	34	4	4.3	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	3.7	„	12	8	14	4	3.4	Sehr klar und windstill.
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.8964	0.0131	0.95252-1	3.7	„	12	8	14	4	var.	
192	ψ Draconis	266 12 266 12	72 14 72 14	1.000		0.00000	3.7	„	12	8	53	4	4.5	
193	δ Draconis	288 7	67 23	3.485	0.0507	0.54226	6.0	„	12	8	53	4	3	
194	φ Draconis	275 46	71 17	1.146	0.0167	0.05910	3.7	„	12	8	53	4	4.5	
195	χ Draconis	275 59	72 40	2.236	0.0326	0.34944	3.7	„	12	8	53	4	4.3	
196	α Cephei	318 41	61 55	5.612	0.0817	0.74910	5.5	„	12	8	53	4	3.2	
197	β Cephei	321 38	69 51	2.988	0.0435	0.47540	3.7	„	12	8	53	4	3	
198	59 *B*Cass.	6 51	53 27	1.000		0.00000	3.7	„	12	11	14	4	6	
199	υ¹ Cassiop.	11 23	58 6	1.559	0.0227	0.19282	3.7	„	12	11	14	4	6.5	
200	υ² Cassiop.	11 48	58 19	1.491	0.0217	0.17356	3.7	„	12	11	14	4	6.5	
201	η Cassiop.	9 52	56 58	4.576	0.0666	0.66044	3.7	„	12	11	14	4	4.3	
202	ζ Cassiop.	7 1	53 1	3.332	0.0485	0.52272	3.7	„	12	11	14	4	4	
203	λ Cassiop.	5 44	53 38	1.360	0.0198	0.13330	3.7	„	12	11	14	4	5	
204	ξ Androm.	18 14	44 41	1.000		0.00000	3.7	„	12	12	5	4	5	
205	φ Androm.	15 3	46 23	1.575	0.0229	0.19722	3.7	„	12	12	5	4	4.5	
206	ω Androm.	19 32	44 35	1.007	0.0147	0.00318	3.7	„	12	12	5	4	5	
207	θ Cassiop.	15 21	54 18	1.532	0.0223	0.18530	3.7	„	12	12	5	4	4.5	
208	υ Persei	22 3	47 49	2.128	0.0310	0.32790	7.2	„	12	12	5	4	4.3	
209	φ Persei	23 25	49 53	3.064	0.0446	0.48628	3.7	„	12	12	5	4	4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	3.7	„	14	9	2	4	3.4	Sehr klar und windstill.
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.4341	0.0063	0.63760-1	3.7	„	14	9	2	4	var.	

Nummer des Kataloges.	Bezeichnung des Sternes.	Position für 1840. AR	+D	Relative Helligkeit.	Wahrscheinlicher Fehler der relativen Helligkeit.	Logarithmus der relativen Helligkeit.	Farbe.	Mittlere Beobachtungszeit. Jahr und Monat.	Dat.	h.	m.	Anzahl der comb. Beob.	Grösse nach Argelander.	Bemerkungen.
								1860						
210	*c* Cygni	294° 24′	50° 9′	1.000		0.00000	3.7	Septbr.	14	9	36	4	6.5	
211	o^1 Cygni	302 9	46 16	4.932	0.0718	0.69304	7.8	„	14	9	36	4	4	o^1 ist optisch doppelt; der hellere und röthlichere ist gemessen.
212	o^2 Cygni	302 38	47 13	4.361	0.0635	0.63962	8.3	„	14	9	36	4	4.5	
213	θ Cygni	293 2	49 51	2.584	0.0376	0.41228	3.7	„	14	9	36	4	5.4	
214	ι Cygni	291 25	51 23	4.546	0.0662	0.65760	3.7	„	14	9	36	4	4	
215	κ Cygni	288 21	53 4	4.848	0.0706	0.68558	3.7	„	14	9	36	4	4	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	3.7	„	24	6	44	4	3.4	Sehr klar, schwacher Wind, S.S.O. Mondschein.
131	β Lyrae	281 3	33 11	1.012	0.0142	0.00506	3.7	„	24	6	44	4	var.	
216	*c* Draconis	279 53	55 23	1.000		0.00000	3.7	„	24	8	12	4	5.6	
217	*o* Draconis	282 12	59 12	1.685	0.0245	0.22662	3.7	„	24	8	12	4	5.4	
218	*d* Draconis	277 27	56 55	1.324	0.0193	0.12188	3.7	„	24	8	12	4	5	
219	*b* Draconis	275 24	58 43	1.030	0.0150	0.01310	3.7	„	24	8	12	4	5	
220	b^1 Cygni	300 6	35 32	1.000		0.00000	3.7	„	24	9	7	4	6.5	
221	*P* Cygni	302 58	37 32	1.560	0.0227	0.19292	3.7	„	24	9	7	4	5	
222	36 Cygni	303 7	36 30	0.747	0.0109	0.01012	3.7	„	24	9	7	4	6	
223	35 Cygni	303 8	34 29	1.195	0.0174	0.07746	3.7	„	24	9	7	4	5.6	
224	b^3 Cygni	302 8	36 19	1.447	0.0211	0.16048	3.7	„	24	9	7	4	5	
225	b^2 Cygni	300 52	36 22	1.260	0.0183	0.10018	3.7	„	24	9	7	4	5	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	3.7	„	27	6	42	4	3.4	Sehr klar, windstill, Mondschein.
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.4784	0.0697	0.67978–1	3.7	„	27	6	42	4	var.	
226	κ Cassiop.	5 59	62 3	1.000		0.00000	3.7	„	27	6	42	4	4.5	
3	β Cassiop.	0 9	58 16	5.478	0.0798	0.73868	3.7	„	27	6	42	4	2.3	
4	α Cassiop.	7 52	55 39	6.395	0.0931	0.80584	8.3	„	27	6	42	4	var.	
5	γ Cassiop.	11 46	59 51	6.296	0.0917	0.79906	3.7	„	27	6	42	4	2	
6	δ Cassiop.	18 51	59 24	3.613	0.0526	0.55788	3.7	„	27	6	42	4	3	
7	ε Cassiop.	25 44	62 53	1.877	0.0273	0.27350	3.7	„	27	6	42	4	3.4	
10	δ Persei	52 53	47 16	1.000		0.00000	3.7	„	27	10	43	4	3	
8	β Persei	44 26	40 20	2.319	0.0338	0.36530	3.7	„	27	10	43	4	var.	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	3.7	„	28	6	33	4	3.4	Sehr klar.
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.5250	0.00765	0.72012–1	3.7	„	28	6	33	4	var.	
130	γ Lyrae	283 14	32 28	1.000		0.00000	3.7	„	31	5	45	4	3.4	Sehr klar, Dämmerung.
131	β Lyrae	281 3	33 11	0.9529	0.0138	0.97906–1	3.7	„	31	5	45	4	var.	

Zusammenstellung der Beobachtungen an den Veränderlichen β Lyrae und ρ Persei.

$\frac{\beta}{\gamma}$ Lyrae.

No. der Beobacht.	Helligkeits-verhältniss.	Wahrscheinlicher Fehler.	Logarithmus des Helligkeitsverhältnisses.	Beobachtungszeit.		
				1860.		
1	0.7604	±0.0111	0.88102-1	April 17.	13ʰ	23ᵐ.
2	0.6374	±0.0131	0.80442-1	Mai 1.	12	16
3	0.6693	±0.0138	0.82564-1	Mai 15.	12	32
4	0.6785	±0.0099	0.83156-1	Juni 4.	11	45
5	0.5938	±0.0086	0.77368-1	Juni 4.	12	47
6	0.8914	±0.0130	0.95008-1	Juni 12.	11	28
7	0.9002	±0.0131	0.95436-1	Juni 12.	12	29
8	0.8023	±0.0117	0.90434-1	Juli 10.	11	16
9	1.019	±0.015	0.00828	Juli 15.	12	1
10	0.7765	±0.0113	0.89018-1	Juli 17.	11	24
11	0.8534	±0.0124	0.93118-1	August 18.	10	40
12	0.4927	±0.0070	0.69254-1	August 20.	10	49
13	0.9188	±0.0134	0.96320-1	August 28.	8	35
14	0.8116	±0.0118	0.90932-1	September 9.	9	55
15	1.040	±0.0151	0.01676	September 11.	9	47
16	0.8964	±0.0131	0.95252-1	September 12.	8	14
17	0.4341	±0.0063	0.63760-1	September 14.	9	2
18	1.012	±0.0142	0.00506	September 24.	6	44
19	0.4784	±0.0697	0.67978-1	September 27.	6	42
20	0.5250	±0.0076	0.72012-1	September 28.	6	33
21	0.9529	±0.0138	0.97906-1	October 31.	5	45

$\frac{\rho}{\omega}$ Persei.

No. der Beobacht.	Helligkeits-verhältniss.	Wahrscheinlicher Fehler.	Logarithmus des Helligkeitsverhältnisses.	Beobachtungszeit.		
1	3.659	±0.043	0.56338	1859. December 2.	10ʰ	4ᵐ.
2	3.005	±0.044	0.47786	December 15.	6	45
3	2.768	±0.040	0.44222	1860. Januar 12.	9	55
4	3.063	±0.045	0.48618	Januar 26.	8	50
5	2.913	±0.030	0.46436	Januar 28.	7	32
6	3.144	±0.032	0.49748	Januar 30.	7	20
7	2.824	±0.041	0.45082	Februar 10.	6	45
8	3.154	±0.032	0.49892	Februar 17.	8	22

Resultate der colorimetrischen Beobachtungen.

Alle diese Beobachtungen bei denen nichts ausdrücklich bemerkt ist, sind mit einem vollkommen farbenfreien Objective angestellt worden.

1860. August 18. $Z = 10^h\ 7^m$.

Sehr klar. Wind S.-W. Correct. d. Colorim. = 0°.

No. d. Beob.	Wega	Deneb	Atair	γ Aquilae
1	3.0	4.4	5.1	12.3
2	2.5	5.5	5.4	11.9
3	2.1	5.5	4.9	12.9
4	3.3	5.0	6.2	13.0
Mittel =	2.72	5.10	5.40	12.52

ε Cygni = 9.3 $Z = 11^h\ 45^m$ (sehr sicher)

β Persei = 5.0
ϰ Persei = 13.5 } $Z = 12^h\ 45^m$.

1860. August 23. $Z = 11^h\ 45^m$.

Sehr klar. Correction des Colorim. = +0.5.

Das Photometer hatte ein schwach grünlich gefärbtes achrom. Objectiv erhalten.

No. d. Beob.	Wega	Deneb	Atair	γ Aquilae
1	2.5	4.2	4.5	9.0
2	2.4	4.0	4.5	8.8
Mittel =	2.45	4.10	4.50	8.90
Corrigirte Werthe =	2.95	4.60	5.00	9.40

1860. September 12. ($Z = 8^h\ 53^m$)

Sehr klar und windstill. Correction = +0.7. Es sind die bereits corrigirten Werthe angegeben.

α Cephei = 5.5
δ Draconis = 6.0
ε Cygni = 7.8
α Cassiop. = 8.1 } Mittlere Beob.-Zeit = $8^h\ 53^m$.

υ Persei = 7.2. $Z = 12^h\ 5^m$.

1860. September 14. $Z = 9^h\ 36^m$.

Sehr klar und windstill. Correction = +0.7. Es sind die bereits corrigirten Werthe angegeben.

o^1 Cygni = 7.8. o^2 Cygni = 8.3. ε Cygni = 7.9.

1860. September 24. $Z = 7^h\ 50^m$.

Sehr klar. Wind S.-S.-O. Mondschein.

γ Aquilae = 10.0. γ Draconis = 9.6.

1860. September 27.

Sehr klar und windstill. Mondschein.

δ Cygni	=	7.9	Mittlere Beob.-Zeit $7^h\ 0^m$.
Deneb	=	3.9	
Wega	=	3.2	
Atair	=	4.5	
γ Aquilae	=	9.4	
γ Draconis	=	10.1	

α Cassiop = 8.3. Mittlere Beobachtungszeit = $9^h\ 25^m$.

Die Farbenbestimmungen von Deneb, Wega, Atair am 20. August 1860 sind hier fortgelassen; man findet die betreffenden Angaben im Kataloge.

Ueber die Farbe der Sonne, verglichen mit der Farbe anderer Fixsterne.

In das verfinsterte Zimmer des oben beschriebenen Observatoriums wurde ein schmaler Sonnenstrahl geleitet und durch Reflexion von einer sehr kleinen blank polirten Stahlkugel ein künstlicher Stern von der Farbe der Sonne erzeugt. Auf diesen Stern wurde das mit dem beschriebenen Colorimeter versehene Photometer gerichtet und in der bekannten Weise die Farbe der künstlichen Sterne derjenigen des zu bestimmenden Sternes möglichst ähnlich gemacht. Ich stellte diesen Versuch am 30. October 1860 Vormittags 10 Uhr bei sehr heiterer und klarer Luft an und erhielt für vier Einstellungen die folgenden Werthe:

No. d. Beob.	Colorimeter.	
1	1.3	
2	1.5	Correction = +0.7
3	1.2	
4	1.6	
Mittel =	1.40.	

Es ergiebt sich also mit Berücksichtigung der Correction für die Farbe der Sonne die Zahl 2.10, was ungefähr mit derjenigen Wega's übereinstimmt.

Ich wiederholte diese Messungen, indem ich an Stelle der kleinen Stahlkuppe ein fein zugespitztes Stückchen Kreide anwandte, welches zuerst vollkommen berusst und dann an der Spitze abgebrochen war, um so eine möglichst kleine und vollkommene weisse Reflexionsfläche zu erzeugen. Auch hierdurch erhielt man einen künstlichen Stern, welcher sich durch den hohen Glanz des Sonnenlichtes in seinem Ansehen vollkommen den künst-

lichen Sternen im Photometer näherte. Die unter diesen Umständen angestellten Farbenbestimmungen führten zu einem ganz ähnlichen Resultate. — Am Besten wird man dergleichen Beobachtungen zur Zeit des Sommersolstitiums anstellen, um die Sonne in möglichst grosser Höhe zu haben und sich dadurch von der chromatischen Absorption in der Atmosphäre zu befreien.

Bei dieser Gelegenheit ist in Bezug auf die Farbenbestimmungen im Allgemeinen zu bemerken, dass die zu vergleichenden Objecte, abgesehen von der Farbe, ein durchaus gleichartiges Ansehen besitzen müssen, wenn diese Bestimmungen hinreichend constante Resultate liefern sollen. Wie schon aus der Einrichtung des beschriebenen Colorimeters a priori hervorgeht, ist eine absolute Farbengleichheit der künstlichen mit den natürlichen Sternen nur in günstigen Fällen zu erwarten, was jedoch namentlich bei den gelben und röthlichen Sternen stets ohne Ausnahme auf überraschende Weise bewerkstelligt werden kann. Bei den weissen Sternen, besonders bei den helleren, ist dieser Grad der Uebereinstimmung schwerer zu erlangen; man wird indessen dem künstlichen Stern mit Leichtigkeit immer eine solche Farbe ertheilen können, welche am wenigsten von der des beobachteten Sterns abweicht.

Ueber die Farben der Doppelsterne.

Es ist mehrfach die Frage erörtert worden, ob die Complementärfarben der Doppelsterne objective oder subjective Färbungen seien. — Wenn auch das von mir bis jetzt angewandte Photometer eine zu schwache Vergrösserung besitzt, um solche Doppelsterne direct zu beobachten, so lässt sich doch mit Hülfe desselben wenigstens sehr einfach entscheiden, ob überhaupt die Farbe eines Sternes durch die Nähe eines andern mit entschieden ausgesprochener Färbung beeinflusst wird. — Ich brachte den einen der künstlichen Sterne möglichst nahe an irgend einen weissen Stern, so dass beide Sterne vollkommen den Eindruck eines Doppelsternpaares machten. Mit Hülfe des Colorimeters ertheilte ich nun dem künstlichen Sterne alle möglichen Farben und war hierbei in der That überrascht, eine wie auffallende complementäre Färbung der Nachbarstern annahm. Ich habe diese Versuche auch andern Personen gezeigt, welche sich nicht weniger über diese Täuschung verwunderten. Hiernach ist es sehr wahrscheinlich, dass die complementären Färbungen der Doppelsterne vorzugsweise subjectiver Natur sind, wie dies auch mit den in anderer Weise von Sir John Herschel angestellten Beobachtungen vollkommen übereinstimmt.

Copie der Originalbeobachtungen.

Vorbemerkungen.

Es sind im Folgenden die Werthe der unmittelbar am Intensitätskreise des Photometers abgelesenen Winkel bis auf Zehntelsgrade angegeben. Je zwei solcher Werthe gehören zusammen und sind zur Elimination des Collimationsfehlers in den benachbarten Quadranten zu beiden Seiten des Nullpunktes angestellt worden. Das Mittel von zwei solchen Beobachtungen befindet sich unter dem kleinen Strich und bildet den Werth einer Doppelablesung.

Die Zeit wurde nach einer Taschenuhr notirt, welche grösstentheils an jedem Beobachtungsabend durch Zeitbestimmungen mit Hülfe eines Sextanten controlirt worden war. Ein *A* bezeichnet die Zeit des Anfangs, ein *E* mit beigesetzten Zahlen die Zeit des Endes einer Gruppe von Beobachtungen, zu welcher in der Regel vier Sterne gehören. Oefter ist aber auch eine grössere Anzahl combinirt worden.

Zuerst folgen die Beobachtungen, welche zur Berechnung der Tabellen VII bis IX (p. 34—38) gedient haben. Ein beigefügtes *h* bedeutet hellen, ein *d* dunkeln Grund. Die Einstellungen des Normalkreises (40°, 30°, 20° mit den oben an betreffender Stelle angegebenen Correctionen) sind nicht besonders bemerkt, da dieselben unmittelbar aus der relativen Grösse jener Beobachtungswerthe ersichtlich sind.

Der Absorptionscoefficient des oben (p. 16) erwähnten Blendglases wurde jedesmal, wenn die Anwendung desselben bei Sternen erster Grösse wünschenswerth erschien, besonders bestimmt und zwar als Mittel aus 10 Einzelablesungen. Der Werth dieses Coefficienten scheint sich mit der Temperatur zu verändern, so zwar, dass derselbe bei steigender Temperatur grösser, bei abnehmender aber geringer wird. Es könnte dieser Umstand durchaus nicht befremden, wenn man die von Schönbein über die Farbenänderungen der Eisenoxydsalze bei verschiedenen Temperaturen angestellten Untersuchungen berücksichtigt. Indessen auch mit andern Stoffen gefärbte Gläser, welche vorsichtig über einer Flamme erhitzt werden, zeigen schon dem blossen Auge bemerkliche Aenderungen der Absorption, welche bei eintretender Abkühlung wieder verschwinden.

Beobachtungen ad Tab. VII.

Heller Grund.

Basel, 12. October 1859.

Nr.	I	II	Mittel
1.	68.5	61.6	65.0
2.	44.2	45.0	44.6
3.	28.6	26.2	27.4
4.	65.3	64.2	64.7
5.	44.7	44.9	44.8
6.	28.8	28.8	28.8
7.	66.7	63.5	65.1
8.	44.4	45.0	44.7
9.	29.3	27.0	28.1
10.	68.9	63 5	66.2
11.	44.0	42.7	43.3
12.	29.0	28.4	28.7
13.	65.3	65.0	65.1
14.	44.4	41.4	42.9
15.	28.2	27.5	27.8
16.	65.6	61.7	63.6
17.	44.8	42.6	43.7
18.	30.4	27.8	29.1
19.	64.0	65.5	64.7
20.	48.0	50.9	49.4
21.	30.6	29.2	29.9
	Flamme höher.		
22.	84.5	69.1	76.8
23.	49.1	47.8	48.4
24.	31.7	30.1	30.9
25.	79.0	70.0	74.5
26.	52.0	47.8	49.9
27.	31.7	29.1	30.4
28.	75.0	74.0	74.5
29.	51.0	48.1	49.5
30.	33.1	32.0	32.5
31.	80.0	72.3	76.1
32.	54.0	51.0	52.7
33.	33.3	29.8	31.5
34.	77.0	78.0	77.5
35.	49.7	48.6	49.1
36.	31.0	30.1	30.5
37.	77.0	70.0	73.5
38.	49.3	47.3	48.3
39.	33.1	27.4	30.2
40.	80.0	67.5	73.7
41.	50.5	47.0	48.7
42.	31.5	28.5	30.0
43.	73.6	69.6	71.6
44.	49.6	46.5	48.0
45.	31.5	28.7	30.1
46.	76.0	64.5	70.2
47.	52.2	46.5	49.3
48.	32.6	28.9	30.7
49.	72.0	68.0	70.3
50.	49.4	46.8	48.1
51.	32.4	29.2	30.8
52.	76.0	69.0	72.5
53.	49.1	46.0	47.5
54.	31.0	29.4	30.2
55.	78.0	67.0	72.5
56.	50.0	46.0	48.0
57.	31.0	30.0	30.5

Dunkler Grund.

Basel, 13. October 1859.

Nr.	I	II	Mittel
1.	56.3	50.7	53.5
2.	41.1	37.7	39.4
3.	25.5	23.9	24.7
4.	58.0	51.0	54.5
5.	38.7	35.5	37.1
6.	26.1	22.0	24.0
7.	57.5	53.3	55.4
8.	40.7	37.6	39.1
9.	26.3	22.3	24.3
10.	54.0	50.7	52.3
11.	41.5	37.4	39.4
12.	25.0	22.5	23.7

Nr.	I	II	Mittel
13.	56.1	52.7	54.4
14.	40.3	35.9	38.1
15.	26.8	23.0	24.9
16.	60.5	49.5	55.0
17.	42.3	39.5	40.9
14. October.			
18.	64	60	62
19.	44.0	42.8	43.4
20.	28.5	27.5	28.0
21.	64.6	65.8	65.2
22.	44.4	45.2	44.8
23.	27.7	26.8	27.2
24.	66.0	58.4	62.2
25.	44.3	42.5	43.4
26.	29.5	25.7	27.6
27.	66.5	65.0	65.7
28.	44.5	42.3	43.4
29.	28.1	26.7	27.4
30.	66.0	60.4	63.2
31.	42.6	42.7	42.6
32.	29.1	25.7	27.4
33.	64.6	64.0	64.3
34.	45.4	44.0	44.7
35.	27.3	26.8	27.0
36.	64.3	64.0	64.1
37.	47.3	45.8	46.6
38.	28.7	26.5	27.6
Die Flamme am Photometer höher gestellt.			
39.	63.5	67.0	65.2
40.	43.0	43.1	43.0
41.	29.4	27.9	28.6
42.	67.0	67.4	67.2
43.	43.0	42.7	42.8
44.	27.4	27.4	27.4
45.	66.5	65.5	66.0
46.	43.7	40.8	42.2
47.	27.5	27.5	27.5
48.	69.5	63.3	66.4
49.	41.2	41.8	41.5
50.	28.3	27.0	27.6

Beobachtungen ad Tab. VIII.

Abwechselnd heller und dunkler Grund.

Basel, 21. October 1859.

Nr.	Grund	I	II	Mittel
1.	h	70.0	72.0	71.0
2.	d	47.5	48.1	47.8
3.	h	31.0	32.0	31.5
4.	d	68.6	74.0	71.3
5.	h	47.4	52.3	49.8
6.	d	29.7	33.0	31.3
7.	h	70.3	75.7	73.0
8.	d	46.5	50.8	48.6
9.	h	31.2	33.7	32.4
10.	d	67.3	70.5	68.9
11.	h	47.9	52.0	49.9
12.	d	30.3	32.3	31.3
13.	h	68.6	73.0	70.8
14.	d	47.0	51.5	49.2
15.	h	31.6	33.5	32.5
Die Flamme kleiner.				
16.	d	72.5	78.0	75.2
17.	h	45.0	46.5	45.7
18.	d	28.5	27.0	27.7
19.	h	71.0	64.0	67.5
20.	d	43.8	44.9	44.3
21.	h	30.2	27.8	29.0
22.	d	66.6	61.0	63.8
23.	h	45.0	43.5	44.2
24.	d	28.0	27.8	27.9
25.	h	73.8	63.0	68.4
26.	d	43.0	40.7	41.8
27.	h	28.2	27.5	27.8
28.	d	70.3	67.5	68.9
29.	h	44.0	42.0	43.0

30.	32.	34.	36.	38.	40.
d 28.1	d 44.5	d 64.5	d 29.5	d 47.5	d 65.0
27.0	41.2	71.0	28.3	40.0	64.0
27.5	42.8	67.7	28.9	43.7	64.5

31.	33.	35.	37.	39.	41.
h 66.5	h 29.0	h 47.0	h 71.0	h 28.3	h 43.4
64.0	27.8	45.0	62.5	28.9	41.5
65.2	28.4	46.0	66.7	28.5	42.4

Bei diesen Beobachtungen war ich noch nicht im Besitze eines eigenen Observatoriums, weshalb es öfter erforderlich war, die eingetretenen Störungen im Gaszufluss wieder durch entsprechende Bewegungen des Gashahnes zu reguliren. Erst vom 2. December 1859 an konnte ich das oben beschriebene kleine Gasometer in Anwendung bringen.

Beobachtungen ad Tab. IX.

Der Normalstern roth; abwechselnd auf hellem und dunklem Grunde.

Basel, 22. October 1859.

1.	5.	9.	13.	17.	20.
h 64.5	h 47.0	h 29.6	h 62.7	h 43.5	d 43.0
67.0	46.4	29.5	65.0	51.0	44.5
65.7	46.7	29.5	63.8	47.2	43.7

2.	6.	10.	14.	18.	21.
d 46.7	d 28.7	d 59.0	d 43.6	d 31.0	h 29.7
45.5	28.2	63.0	46.0	30.5	28.2
46.1	28.4	61.0	44.8	30.7	28.9

3.	7.	11.	15.	19.	22.
h 30.4	h 63.0	h 44.0	h 28.7	h 70.0	d 69.0
29.4	66.1	45.6	29.0	67.0	68.0
29.9	64.5	44.8	28.8	68.5	68.5

4.	8.	12.	16.
d 66.3	d 43.0	d 30.3	d 62.0
65.5	45.3	27.4	66.0
65.9	44.1	28.8	64.0

Beobachtungen an Sternen.

1859.

Schoenweide, 2. December.

Perseus.
A. $6^h 14^m$, E. $6^h 39^m$.

†β	ω	ρ
43.9	18.4	34.2
41.4	16.1	32.8
42.6	17.2	33.5
41.5	18.5	
45.4	15.0	
43.4	16.7	

† bezeichnet mit Blendung.

Perseus.
A. $9^h 44^m$, E. $10^h 24^m$.

†β	ω	ρ
35.4	17.9	38.4
35.4	19.8	38.3
35.4	18.8	38.3
34.0	19.6	36.2
35.9	18.3	38.4
34.9	18.9	37.3
36.8	17.5	36.8
36.3	19.0	37.6
36.5	18.2	37.2

Messungen zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten der Blendung.

Den Stern, welcher hierbei beobachtet worden ist, habe ich zu notiren vergessen.

Mit Blendung	Ohne Blendung
24.8	52.4
23.5	48.3
24.1	50.3
25.2	47.0
22.5	46.0
23.8	46.5
26.7	49.6
23.7	44.0
25.2	46.8
26.3	47.4
22.0	43.0
24.1	45.2
24.5	48.0
23.4	44.3
23.9	46.1

Hieraus ergiebt sich der Coefficient = 3.100.

8. December. (Heller Mondschein.)

Cassiopeja.

A. = $8^h 5^m$, E. = $8^h 30^m$

β	α röthlich	γ
33.8	35.3	34.9
31.5	34.0	33.5
32.6	34.6	34.2
34.2	36.3	35.0
30.8	33.5	31.5
32.5	34.9	33.2

Wegen niedriger Haufwolken aus Ost unterbrochen.

13. December. (Klar.)

Cassiopeja.

A. = $5^h 45^m$, E. = $6^h 15^m$

β	α röthlich	γ
34.0	40.3	36.2
37.1	39.9	38.3
35.5	40.1	37.2
34.6	39.6	37.9
38.0	36.8	39.5
36.3	38.2	38.7

Cassiopeja.

A. = $6^h 15^m$, E. = $6^h 45^m$

γ	δ	ε
37.0	27.9	20.2
35.8	27.9	18.5
36.4	27.9	19.3
37.7		
34.5		
36.1		

Wegen Nebel unterbrochen.

15. December. (Sehr klar.)

Cassiopeja.

A. = 5h 35m, E = 6h 15m

γ	δ	ε
42.4	31.5	20.1
41.9	31.2	19.6
42.1	31.3	19.8
40.5	31.9	21.6
36.7	29.6	19.3
38.6	30.7	20.4

Die Flamme wurde bei den letzten Beobachtungen immer kleiner; das Gasometer war eingefroren und musste enteist werden.

Perseus.

A. = 6h 45m, E. = 7h 15m

β	ρ	ω	κ
40.6	21.7	13.4	17.7
37.8	18.0	10.2	16.4
39.2	19.8	11.8	34.1
39.0	21.7	13.3	19.0
34.6	20.6	9.5	17.2
36.8	21.1	11.4	18.1

Perseus.

A. = 9h, E. = 9h 45m

γ röthlich	α	δ	ε
24.0	36.0	21.9	24.0
20.0	37.4	19.7	20.8
22.0	36.7	20.8	22.4
25.1	42.5	24.4	24.5
22.8	42.1	22.5	22.2
23.9	42.3	23.4	23.3

Auriga.

A. = 10h 20m, E. = 10h 50m

β	ϑ	ε röthlich
27.8	23.8	20.6
29.5	22.4	19.3
28.6	23.1	19.9
33.1	25.0	20.3
34.2	22.5	20.7
33.6	23.7	20.5

Wegen Nebel unterbrochen.

1860.

12. Januar. (Sehr klar.)

Perseus.

A. = 9h 35m, E. = 10h 15m

β	ρ	ω	κ
31.7	19.6	12.1	18.0
36.6	20.3	10.6	15.9
34.1	19.9	11.3	16.9
34.5	18.2	12.5	17.0
35.5	19.1	10.8	15.0
35.0	18.6	11.6	16.0

Perseus.

A. = 10h 30m, E. = 11h 7m

γ	α	δ	ε
21.4	41.4	21.4	22.7
23.6	38.8	24.5	22.2
22.5	40.1	22.9	22.4
22.3	38.1	20.0	23.7
23.7	38.1	23.4	22.5
23.0	38.1	21.7	23.1

Zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten der Blendung.

γ (β) **Aurigae.**

Ohne	41.9	40.9	42.3	40.0	39.8
	41.4	38.5	38.3	41.7	39.3
	41.6	39.7	40.3	40.8	39.5
Mit	25.4	24.5	23.8	24.8	25.6
	23.5	22.3	22.7	22.2	20.1
	24.4	23.4	23.2	23.5	22.8

Hieraus ergiebt sich der Absorptionscoefficient = 2.663.

Auriga.
A. = 12h 40m, E. = 13h 30m

ε	†α	β	ϑ
20.6	57.5	38.0	26.7
23.2	56.1	39.3	27.0
21.9	56.8	38.6	26.8
20.3	57.5	36.5	25.0
22.8	60.3	40.4	26.1
21.5	58.9	38.4	25.5
20.7	52.4	37.5	25.5
23.2	55.3	40.0	26.2
21.9	53.8	38.7	25.8

Ursa major.
A. = 13h 37m, E. = 13h 57m

α schwach röthlich	β	γ	δ
40.3	30.5	28.0	18.5
38.8	27.4	28.6	21.1
39.5	28.9	28.3	19.8
43.4	28.2	29.1	16.3
37.8	29.8	31.0	21.5
40.6	29.0	30.0	18.9

Die Sterne γ Persei und ε Aurigae sind heut nicht wie am 15. December 1859 als röthlich bezeichnet.

---

26. Januar. (Sehr klar, windig. [N.W.])

† bedeutet mit Blendung.

Perseus.
A. = 8h 35m, E. = 9h 5m

ρ röthlich	ω	κ	ν
24.6	11.4	19.5	15.7
22.7	14.6	18.0	20.7
23.6	13.0	18.7	18.2
23.8	10.3	18.2	17.5
21.3	15.5	22.8	20.5
22.5	12.9	20.5	19.0

Auriga.
A. = 9h 10m, E. = 9h 45m

ε	†α	β	ϑ
23.0	79.0	42.6	28.5
27.1	64.0	36.6	34.0
25.0	71.5	39.6	31.2
22.6	77.7	40.8	29.0
25.0	63.0	41.0	31.0
23.8	70.3	40.9	30.0

Zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten der Blendung.

γ (β) **Aurigae.**

Ohne	41.9	41.0	43.0	43.0	41.0
	40.0	44.0	44.0	44.8	38.0
	40.9	42.5	43.5	43.9	39.5
Mit	25	26.9	23.3	24.5	24.2
	25	23.3	24.0	22.8	23.6
	25	25.1	23.6	23.6	23.9

10h 45m unterbrochen wegen Mangel an Gas.

Hieraus ergiebt sich der Coefficient = 2.662.

NB. Ich sah heut den Stern 16 am Medusenhaupte ebenso hell als κ ρ ν Persei, während er in meinen Karten als Stern 5ter Grösse verzeichnet.

28. Januar. (Sehr klar. Schmale Mondsichel. Starker Wind, N.W.)

Perseus.
A. = $7^h 5^m$, E. = $8^h 0^m$.

ρ röthlich	ω	π	κ
20.4	13.7	11.9	19.0
22.6	11.2	10.3	18.9
21.5	12.4	11.1	18.9
22.0	12.5	12.2	18.3
21.4	11.9	9.7	17.0
21.7	12.2	10.9	17.6
20.5	11.5	11.2	17.5
22.0	14.0	11.7	19.3
21.2	12.7	11.4	18.4
20.8	12.2	10.0	18.0
22.4	12.6	12.7	18.0
21.6	12.4	11.3	18.0

Perseus.
A. = $8^h 10^m$, E. = $8^h 30^m$.

δ	λ	μ	e
23.0	12.0	14.1	12.3
23.6	14.6	14.9	15.3
23.3	13.3	14.5	13.8
23.7	12.6	14.1	14.3
23.3	14.0	15.5	15.2
23.5	13.3	14.8	14.7

30. Januar. (Erstes Mondviertel.)

Perseus.
A. = $6^h 55^m$, E. = $7^h 45^m$.

ρ röthlich	ω	π	κ gelblich	ρ röthlich	ω	π	κ gelblich
19.7	11.2	10.0	18.9	19.3	11.3	10.9	17.1
16.5	8.6	8.7	14.5	17.7	10.0	9.6	15.3
18.1	9.9	9.3	16.7	18.5	10.6	10.2	16.2
18.3	11.2	10.2	17.2	19.5	11.5	10.8	16.8
17.7	8.9	7.3	16.1	18.0	9.1	9.5	15.1
18.0	10.0	8.8	16.6	18.7	10.3	10.1	15.9

Wegen Nebel unterbrochen.

10. Februar. (Sehr klar und windstill.)

Perseus.
A. = $6^h 30^m$, E. = $7^h 0^m$.

ρ röthlich	ω	π	κ gelblich
22.3	13.3	11.4	18.4
20.6	11.0	8.7	17.2
21.4	12.1	10.0	17.8
21.7	13.4	10.5	17.2
18.9	11.3	9.4	15.3
20.3	12.3	9.9	16.2

Perseus.
A. = $8^h 20^m$, E. = $9^h 0^m$.

δ	λ	μ	e
21.9	13.3	14.0	13.9
22.7	10.2	10.5	10.4
22.3	11.7	12.2	12.1
22.1	13.1	15.1	14.5
21.9	10.7	12.6	10.5
22.0	11.9	13.8	12.5

Unterbrochen wegen Beschlagen des Objectivs im Innern. Dasselbe wurde bei den späteren Messungen jedesmal sorgfältig abgewischt bis die Ausgleichung der Temperatur dies nicht mehr erforderte.

Auriga.

A. = $9^h 15^m$, E. = $10^h 25^m$.

η gelblich	ζ röthlich	ν röthlich	υ
20.2	18.1	14.9	12.0
17.5	14.9	13.6	8.4
18.8	16.5	14.2	9.7
20.6	17.0	16.0	10.9
18.6	13.8	11.5	8.6
19.6	15.4	13.7	9.7
20.9	16.8	15.9	11.5
18.3	14.3	13.0	8.5
19.6	15.5	14.4	10.0
20.4	17.8	16.6	11.3
17.7	15.1	13.0	8.9
19.0	16.4	14.8	10.1

Ursa major.

A. = $11^h 8^m$, E. = $12^h 5^m$.

α röthlich	β	γ	δ
43.2	31.8	31.6	20.4
37.6	28.2	25.0	17.3
40.4	30.0	28.3	18.8
41.0	31.4	30.4	19.9
38.1	27.3	26.9	17.1
39.5	29.3	28.6	18.5
43.0	31.4	30.7	20.0
38.8	25.8	25.7	17.2
40.9	28.6	28.2	18.6
41.6	30.0	30.4	20.0
38.6	28.5	24.5	16.0
40.1	29.2	27.4	18.0
43.0	31.4	31.3	20.0
37.0	27.2	25.0	16.0
40.0	29.3	28.1	18.0

Zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten der Blendung.

ε Ursa major.

Mit	24.3	23.0	24.8	23.7	24.0
	20.3	22.5	20.3	21.0	20.0
	22.3	22.7	22.5	22.3	22.0
Ohne	41.4	43.5	41.2	40.5	40.7
	40.8	36.0	38.0	38.7	38.0
	41.1	39.7	39.6	39.6	39.3

Hieraus ergiebt sich der Coefficient = 2.822.

Ursa major.

A. = $12^h 45^m$, E. = $13^h 35^m$.

γ	ε	ζ	η	γ	ε	ζ	η
30.4	42.8	35.6	37.0	31.0	42.0	39.4	38.6
25.3	36.3	33.0	32.7	25.6	38.9	33.0	36.0
27.8	39.5	34.2	34.8	28.3	40.4	36.2	37.3
30.0	41.6	37.0	37.4	30.3	39.6	36.6	38.3
27.5	36.3	31.5	37.0	26.4	38.0	33.3	34.7
28.7	38.9	34.2	37.2	28.3	38.8	34.9	36.5

11. Februar. (Sehr klar.)

A. = $7^h\ 25^m$, E. = $8^h\ 45^m$

Auriga.		Cameleop.		Auriga.		Cameleop.	
β gelblich	δ röthlich	10 röthlich	9	β gelblich	δ röthlich	10 röthlich	9
39.2	19.4	16.4	13.9	39.6	17.9	17.0	13.0
35.2	15.1	12.9	11.4	35.7	15.1	13.9	11.3
37.2	17.2	14.6	12.6	37.6	16.5	15.4	12.1
40.4	17.3	16.5	13.0	38.5	17.3	16.4	13.5
37.3	15.7	13.8	11.5	35.4	15.6	13.7	12.0
38.8	16.5	15.1	12.2	36.9	16.4	15.0	12.7

Die Lage dieser Sterne war unbequem, so dass der Apparat nach jeder Messung verschoben werden musste.

A. = $8^h\ 55^m$, E. = $10^h\ 0^m$

Auriga.	Gemini.		
θ	θ	α	β röthlich
28.0	17.3	44.4	64.3
24.5	15.3	42.0	61.3
26.2	16.3	43.2	62.9
26.0	17.4	43.2	59.3
23.1	14.7	40.0	65.8
24.5	16.0	41.6	62.5
25.7	16.1	44.5	61.5
24.0	15.0	41.0	58.0
24.8	15.5	42.7	59.7
25.5	14.3	45.3	64.0
23.3	16.9	40.0	59.8
24.4	15.6	42.6	61.9

$11^h\ 35^m$ wegen Nebel unterbrochen.

Zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten.

(β Gemini, röthlich.)

Ohne	Mit
62.1	35.4
61.0	32.1
61.5	33.7
63.0	34.0
61.7	33.3
62.3	33.6
63.3	34.6
65.0	32.0
64.1	33.3
57.7	33.0
62.2	28.5
59.9	30.7
57.8	32.7
59.3	30.5
58.5	31.6

Coefficient = 2.651.

---

13. Februar. (Sehr klar, Wind N.O.)

Zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten.

(Aldebaran.)

Ohne	82.5	70.3	76.4	88.0	83.5
	87.0	80.0	76.5	86.0	82.0
	84.7	75.1	76.4	87.0	82.7
Mit	37.0	35.0	36.7	35.0	38.6
	32.8	35.0	37.3	33.4	30.4
	34.9	35.0	37.0	34.2	34.5

Coefficient = 2.954.

A. = 7h 20m, E. = 8h 10m

Persei. δ	Persei. ε	Aurigae. ι röthlich	Tauri. ζ bläulich	Persei. δ	Persei. ε	Aurigae. ι röthlich	Tauri. ζ bläulich
23.8	25.0	29.6	44.6	22.9	23.3	27.9	42.0
22.0	22.1	28.0	43.5	20.5	21.1	25.0	42.0
22.9	23.5	28.8	44.0	21.7	22.2	26.4 †?	42.0
22.6	24.3	28.1	44.5	22.0	23.1	27.3	42.7
22.5	22.0	29.5	41.0	20.9	21.1	27.7	41.0
22.5	23.1	28.8	42.7	21.4	22.1	27.5	41.8

---

14. Februar. (Wind N.N.W. Beim Sonnenuntergang in N.O. Cirro-stratus. Später sehr klar.)

A. = 8h 15m, E. = 8h 35m

Gemini. α	Ursa major. o roth	Gemini. α
52.0	20.8	47.1
45.6	19.0	50.5
48.8	19.9	48.8
50.0	22.1	51.0
44.5	18.6	46.7
47.2	20.3	48.8

A. = 8h 45m, E. = 9h 30m

Ursa major. o roth	Ursa major. o roth	Ursa major. θ gelblich	Ursa major. ι	Ursa major. κ
22.6	22.5	23.5	25.9	19.4
19.2	20.5	19.5	21.3	17.1
20.9	21.5	21.5	23.6	18.2
22.7	22.8	22.8	24.9	19.9
19.5	20.3	20.0	20.4	16.1
21.1	21.5	21.4	22.6	18.0
	21.0	22.1	23.6	19.3
	20.5	20.6	21.0	15.5
	20.7	21.3	22.3	17.4
	23.7	23.4	24.5	19.8
	18.4	20.1	20.5	16.3
	21.0	21.7	22.5	18.0

A. = 9h 40m, E. = 10h 30m

Ursa major. κ	Ursa major. 10	Lynx. 38	Lynx. 40 röthlich	Ursa major. κ	Ursa major. 10	Lynx. 38	Lynx. 40 röthlich
20.0	17.3	18.1	26.5	20.7	17.8	18.0	26.4
16.1	14.6	14.0	24.0	16.7	14.7	14.4	23.3
18.0	15.9	16.0	25.2	18.7	16.2	16.2	24.8
18.8	17.3	17.4	25.5	18.7	17.6	18.4	27.1
15.8	14.2	15.2	21.8	17.0	15.1	15.1	22.3
17.3	15.7	16.3	23.6	17.8	16.3	16.7	24.7

A. = $11^h 0^m$, E. = $12^h 5^m$

Ursa major. θ	Ursa major. λ	Ursa major. μ röthlich	Leo minor. 31
24.0	20.5	27.4	15.9
21.9	17.8	23.5	12.9
22.9	19.1	25.4	14.4
23.4	20.8	28.5	15.7
19.8	18.0	24.0	12.4
21.6	19.4	26.2	14.0
23.9	20.6	27.0	14.0
20.2	17.3	23.6	12.1
22.0	18.9	25.3	13.0
23.0	19.8	26.2	15.0
20.1	18.6	23.5	13.0
21.5	19.2	24.8	14.0

A. = $12^h 15^m$, E. = $12^h 30^m$

Leo. ζ	Leo. μ	Leo. ε	Lynx. 40 röthlich
19.0	17.5	24.5	23.8
15.8	15.7	22.5	21.3
17.4	16.6	23.5	22.5
19.4	16.9	25.3	22.3
16.8	14.0	20.5	20.5
18.1	15.4	22.9	21.4

Wegen Wolken aus N.N.W. unterbrochen.

---

17. Februar (Sehr klar.)

Das Fernrohr hatte ein anderes Ocjectiv mit stärkerer Vergrösserung erhalten. (Objectiv No. II.)

Perseus.

A. = $8^h 10^m$, E. = $8^h 45^m$

ρ röthlich	ω	π
44.6	24.6	21.7
41.6	21.3	19.6
43.1	22.9	20.6
47.4	22.9	22.8
43.1	22.3	19.0
45.2	22.6	20.9
47.5	24.7	22.0
41.0	22.4	19.5
44.2	23.5	20.7
45.0	26.2	23.0
4.51	21.4	17.5
45.0	23.8	20.2

Auriga.

A. = $9^h 15^m$, E. = $10^h 0^m$

υ gelblich	τ	ν	40
23.2	27.2	34.0	16.5
23.1	24.5	32.6	13.7
23.1	25.8	33.3	15.1
23.5	27.1	34.1	16.7
22.0	23.2	31.6	15.0
22.7	25.1	32.8	15.8
25.8	26.1	36.8	16.9
22.0	26.1	31.0	14.7
23.9	26.1	33.9	15.8
23.9	25.3	34.7	17.0
22.1	24.0	33.2	15.0
23.0	24.6	33.9	16.0

Ursa major.

A. = $11^h 0^m$, E. = $11^h 20^m$

ψ röthlich	ω
54.6	20.4
49.7	18.0
52.1	19.2

---

22. Februar. (Sehr klar.)

$A. = 9^h\,35^m$, $E. = 10^h\,40^m$ — Objectiv No. 2. — $A. = 11^h\,15^m$, $E. = 11^h\,45^m$

Ursa major.			Leo minor.	Leo.		Leo minor.	
λ	μ röthlich	33*H*	31	31	33*H*	38	35
45.9	62.0	12.9	22.8	21.7	12.2	11.8	11.0
44.4	64.0	9.3	21.2	19.4	10.3	9.0	6.7
45.1	63.0	11.1	22.0	20.5	11.2	10.4	8.8
44.0	63.4	12.0	21.6	21.3	13.0	12.7	9.3
41.6	52.8	9.7	22.0	17.9	10.2	9.6	6.2
42.8	58.1	10.8	21.8	19.6	11.6	11.1	7.7
45.6	54.6	12.7	23.1	Wegen Wolken unterbrochen.			
38.0	53.6	10.0	20.1				
41.8	54.1	11.3	21.6				
39.7	63.6	12.0	22.8				
46.0	57.0	10.0	20.0				
42.8	60.3	11.0	21.4				

---

26. Februar. (Sehr klar. Schmale Mondsichel.)

Ursa major.

$A. = 8^h\,55^m$, $E. = 9^h\,20^m$

ϑ	φ	υ	*h*
47.7	23.5	36.2	37.7
44.2	18.8	33.0	32.7
45.9	21.1	34.6	35.2
48.3	23.0	34.8	36.6
43.0	18.8	31.0	?
45.6	20.9	32.9	Wegen Wolken unterbrochen.

Das Ocular hatte noch ein schwaches Concavglas erhalten, wodurch alle Sterne bei weitem feinere Lichtpuncte wurden. Die Sicherheit in der Beurtheilung der gleichen Helligkeit war hierdurch bedeutend grösser geworden.

---

14. März. (Im S.W. Cirro-stratus; sonst dem Anscheine nach ziemlich klar.)

Kleines Objectiv (No. 1.) mit Blendung.

$A. = 9^h\,15^m$, $E. = 9^h\,40^m$

Regulus.	Procyon.	Pollux.	Capella.
19.3	39.6	32.3	58.6
24.0	35.6	29.4	50.1
21.6	37.6	30.8	54.3
26.7	43.1	31.3	55.1
24.1	38.1	28.1	48.4
25.4	40.6	29.7	51.7

Das Photometer war vor der Beobachtung auseinander genommen worden, um die blaue Glasplatte zwischen die beiden Nicols zu setzen. Diese Platte befand sich bei den früheren wie auch späteren Beobachtungen (bis zur Anwendung des Colorimeters) unmittelbar vor der kleinen Oeffnung.

Wegen Cirro-stratus unterbrochen.

Die Beobachtungen sind nicht ganz zuverlässig.

---

20. März. (Zuerst im N.-W. am Horizont Cirro-stratus. Später sehr klar.)

Kleines Objectiv (No. 1.) mit Blendung.

A. = $7^h 40^m$, E. = $8^h 55^m$ — Zur Bestimmung d. Absorpt.-Coeffic. d. Blend.

Regulus.	Pollux.	Procyon.	Cappella.	Pollux. Ohne	Pollux. Mit	Regulus. Ohne	Regulus. Mit
	26.7	33.0	47.1	59.8	27.8	46.1	23.0
	29.9	37.8	47.2	66.3	30.4	49.4	24.0
	28.3	35.4	47.1	63.0	29.1	47.7	23.5
20.6	25.3	34.7	45.3	60.1	28.8	43.5	22.7
23.0	29.0	39.2	47.1	68.0	30.4	46.7	25.4
21.8	27.1	36.9	46.2	64.0	29.6	45.1	24.0
19.9	24.9	34.4	41.7	55.3	25.8	44.4	22.0
22.2	26.9	36.3	42.5	60.0	31.8	47.7	24.7
21.0	25.9	35.3	42.1	57.6	28.8	46.0	23.4
18.5	23.2	31.7	40.8	56.1	25.9	46.1	23.6
21.0	25.0	34.3	45.8	59.1	29.0	52.0	26.1
19.7	24.1	33.0	43.3	57.6	27.4	49.0	24.8
21.5	26.7	31.5	46.8	56.1	26.1	43.0	24.0
22.5	27.7	36.0	48.4	59.0	29.0	52.0	25.0
22.0	27.2	33.7	47.6	57.5	27.5	47.5	24.5
				Coeff. = 3.287		Coeff. = 3.244	

A. = $10^h 40^m$, E. = $11^h 35^m$ — A. = $11^h 55^m$, E. = $12^h 50^m$

Ursa major. γ	Ursa major. χ röthlich	Ursa major. ν röthlich	Ursa major. ξ	Ursa major. η	Canes venat. 12 gelblich	Canes venat. 8	Coma Beren. 43
26.4	16.6	17.9	13.6	† 30.3	20.5	10.8	10.9
30.0	17.2	19.1	16.3	35.0	21.3	13.3	13.0
82.2	16.9	18.5	14.9	32.6	20.9	12.0	11.9
27.0	14.6	16.7	13.8	35.5	20.8	11.7	11.3
28.4	17.0	19.0	16.3	37.0	23.2	13.1	12.1
27.7	15.8	17.8	15.0	36.2	22.0	12.4	11.7
25.4	14.9	17.7	13.5	35.5	20.4	11.4	11.7
28.5	17.0	18.9	15.1	38.2	22.7	12.9	13.1
26.9	15.8	18.3	14.3	36.8	21.5	12.1	12.4
25.6	15.0	17.0	13.6	35.1	22.4	11.7	11.6
29.0	16.5	19.1	16.8	37.4	23.4	13.3	12.8
27.3	15.7	18.0	15.2	36.2	22.9	12.5	12.2

† Diese Beobachtung ist von der Berechnung ausgeschlossen.

A = $13^h\,5^m$, E = $13^h\,55^m$

Urs. maj.	Draco.			Urs. maj.	Draco.		
ζ	α	κ	l röthlich	ζ	α	κ	l röthlich
31.5	15.6	13.5	19.0	32.3	15.7	13.5	18.1
34.7	16.3	15.7	21.5	36.1	16.7	15.0	21.6
33.1	15.9	14.6	20.2	34.4	16.2	14.2	19.9
31.9	14.6	14.1	19.3	32.5	15.1	13.9	18.5
36.0	16.8	14.3	21.3	34.0	17.7	15.1	20.7
33.9	15.7	14.2	20.3	33.2	16.4	14.5	19.6

---

22. März. (Sehr klar und windstill.)

A = $9^h\,10^m$, E = $9^h\,45^m$ — Klein. Obj. — A = $9^h\,55^m$, E = $10^h\,30^m$

Urs. maj.			Draco.	Urs. maj.		Leo minor.	
o röthlich	h	v	λ röthlich	χ gelblich	φ	46	54
17.1	13.8	13.7	14.7	14.5	19.9	13.7	10.0
18.0	15.7	15.6	16.7	15.9	21.1	15.8	11.5
17.5	14.7	14.6	15.7	15.2	20.5	14.7	10.7
16.3	14.9	13.0	14.1	14.2	20.0	13.6	10.1
18.3	15.1	15.4	15.8	16.0	21.6	15.7	11.4
17.3	15.0	14.2	14.9	15.1	20.8	14.6	10.7
17.4	14.6	13.6	14.2	15.0	20.0	13.5	10.5
17.5	15.3	14.8	15.5	15.4	21.6	14.8	11.4
17.4	14.9	14.2	14.8	15.2	20.8	14.1	10.9
16.0	14.7	13.2	14.5	14.0	20.0	13.0	10.0
18.2	15.3	14.8	16.0	15.3	20.7	14.8	11.3
17.1	15.0	14.0	15.2	14.6	20.3	13.9	10.6

A = $10^h\,55^m$, E = $11^h\,30^m$ — A = $10^h\,55^m$, E = $11^h\,30^m$

Urs. maj.	Bootes.			Urs. maj.	Bootes.		
η bläulich	κ	ι	ϑ	η	κ	ι	ϑ
31.9	9.8	8.6	12.8	31.6	10.0	8.1	11.9
33.3	11.8	9.5	13.1	33.0	10.9	10.5	12.2
32.6	10.8	9.0	12.9	32.3	10.4	9.3	12.0
31.7	9.8	9.0	11.7	30.5	9.6	8.5	11.8
33.7	10.8	9.4	13.5	32.1	11.0	9.7	12.7
32.7	10.3	9.2	12.6	31.3	10.3	9.1	12.2

Bootes.

A = 11ʰ 40ᵐ, E = 12ʰ 10ᵐ

ϰ	ι	ϑ	ϰ	ι	ϑ
13.9	13.4	17.2	15.8	13.7	17.6
16.3	14.8	20.1	16.7	14.5	20.5
15.1	14.1	18.6	16.2	14.1	19.0
15.7	13.0	17.8	14.6	12.3	18.4
16.8	14.0	18.7	17.0	14.2	19.1
16.2	13.5	18.2	15.8	13.2	18.7

A. = 12ʰ 20ᵐ, E. = 13ʰ 0ᵐ

Ursa major.			Bootes.	Ursa major.			Bootes.
83 röthlich	84	86	ϰ	83 röthlich	84	86	ϰ
14.4	7.8	8.7	14.5	16.5	7.4	8.5	14.7
16.3	8.5	8.9	16.8	14.8	9.7	9.4	16.2
15.3	8.1	8.8	15.6	15.6	8.5	8.9	15.4
15.4	7.9	8.4	15.2	14.1	7.3	7.8	14.9
16.3	9.6	9.3	15.7	15.2	8.8	9.5	16.6
15.8	8.7	8.8	15.4	14.6	8.0	8.6	15.7

Objectiv No. I.

Bootes.

A. = 12ʰ 20ᵐ, E = 13ʰ 40ᵐ

ϑ	λ	γ	β röthlich	ϑ	λ	γ	β
11.7	10.6	16.5	14.5	11.7	10.2	Wegen Nebel und Wolken unterbrochen.	
12.6	11.5	18.8	16.8	12.3	11.7		
12.1	11.0	17.6	15.6	12.0	10.9		

---

23. März. (Sehr klar. Wind S.W.)

Mit grossem Objectiv Nr. II.

Ursa major.

A = 9ʰ 10ᵐ, E = 9ʰ 45ᵐ

h röthlich	*c* röthlich	*b*	τ gelblich	*h* röthlich	*c* röthlich	*b*	τ gelblich
22.8	11.7	9.1	14.3	22.1	11.8	8.1	13.2
23.1	12.6	9.4	15.2	23.6	12.2	10.0	15.1
22.9	12.1	9.2	14.7	22.8	12.0	9.0	14.1
23.5	11.9	8.8	14.6	22.2	11.5	9.0	13.2
24.1	12.4	10.4	15.5	23.2	12.7	9.7	14.8
23.8	12.1	9.6	15.0	22.7	12.1	9.3	14.0

Ursa major.

A. = $9^h\ 53^m$, E. = $10^h\ 32^m$

τ	σ²	σ¹ röthlich	ρ	τ	σ²	σ¹ röthlich	ρ
13.6	12.9	12.3	14.0	13.5	12.7	11.8	13.9
15.0	14.1	13.6	14.4	15.7	14.0	12.2	15.0
14.3	13.5	12.9	14.2	14.6	13.3	12.0	14.4
14.6	12.3	12.6	13.6	14.4	12.9	12.1	14.3
15.0	13.8	13.3	14.0	14.3	14.2	13.2	15.0
14.8	13.0	12.9	13.8	14.3	13.5	12.6	14.6

Draco.

(Objectiv No. II.)

A. = $11^h\ 5^m$, E. = $11^h\ 20^m$

(?)	*k*	4
8.9	14.7	10.2
10.1	15.6	10.0
9.5	15.1	10.1

(?) phot. Katal. Nr. 98. Vergl. die dort befindl. Bemerkung.

Wegen Nebel unterbrochen.

---

10. April. (Sehr klar.)

Grosses Objectiv (Nr. II.)

Bootes.

A. = $11^h\ 20^m$, E. = $12^h\ 5^m$

ϑ röthlich	λ	γ grünlich	β gelblich	ϑ röthlich	λ	γ grünlich	β gelblich
21.1	18.5	31.2	27.6	20.5	18.7	28.4	23.8
16.6	15.3	27.6	26.3	16.8	15.6	25.1	21.8
18.8	16.9	29.4	26.9	18.6	17.1	26.7	22.8
† 18.4	18.7	31.4	26.5	19.7	19.4	29.5	24.6
14.9	14.9	27.6	21.6	16.4	14.8	26.2	22.8
16.6	16.8	29.5	24.0	18.0	17.1	27.8	23.7

Bootes.

A. = $12^h\ 20^m$, E. = $12^h\ 40^m$.

β	δ	ρ röthlich	ε	β	δ	ρ röthlich	ε
24.1	23.4	20.9	39.2	24.6	23.8	24.3	39.6
20.1	18.1	18.2	36.5	20.6	19.7	21.1	39.0
22.1	20.7	19.5	37.8	22.6	21.7	22.7	39.3

Wegen Nebel unterbrochen.

---

13. April. (Sehr klar und windstill.)

Objectiv (No. II.)

A. = $9^h 5^m$, E. = $9^h 55^m$

Canes ven.	Coma Berenices.			Canes ven.	Coma Berenices.		
8 röthlich	15 roth	14	16	8 röthlich	15 roth	14	16
23.2	22.8	16.9	15.7	22.2	21.7	17.1	16.0
20.5	19.1	14.1	12.5	19.7	18.6	13.2	13.1
21.8	20.9	15.5	14.1	20.9	20.1	15.1	14.5
21.1	21.9	16.5	15.9	22.1	21.0	17.3	16.3
20.2	18.8	13.5	12.8	20.3	19.1	13.8	12.5
20.6	20.3	15.0	14.3	21.2	20.0	15.5	14.4

Coma Berenices.

A = $10^h 10^m$, E = $11^h 10^m$

16	17	13	12	7 orange	23
16.6	14.6	15.0	16.7	17.3	13.4
13.1	11.9	12.0	13.9	13.5	10.3
14.8	13.2	13.5	15.3	15.4	11.8
16.9	15.4	14.9	17.6	17.8	13.0
12.1	11.6	11.4	14.2	14.0	9.6
14.5	13.5	13.1	15.9	15.9	11.3
16.5	14.5	14.8	18.0	16.6	13.1
13.5	11.3	11.6	14.5	14.0	10.0
15.0	12.9	13.2	16.2	15.3	11.5
16.3	14.3	14.3	17.5	16.5	13.4
13.8	11.5	12.2	14.1	14.1	9.4
15.0	12.9	13.2	15.8	15.3	11.4

Coma Berenices.

A = $11^h 45^m$, E = $12^h 80^m$

43 röthlich	41 roth	31	37	43 röthlich	41 roth	31	37
21.0	17.6	15.6	17.2	20.0	17.9	16.4	17.4
18.7	15.0	13.5	14.0	19.4	15.1	12.7	14.2
19.8	16.3	14.5	15.6	19.7	16.5	14.5	15.8
20.9	17.7	16.5	16.8	21.0	17.8	15.9	16.7
17.5	14.3	12.8	14.0	19.0	14.0	12.8	14.1
19.2	16.0	14.6	15.4	20.0	15.9	14.3	15.1

15. April. Sehr klar.

Kleines Objectiv (No. I.)

Leo.

A. = $9^h 45^m$, E. = $10^h 45^m$

β	δ roth.	θ	γ röthlich	ζ
32.9	26.0	18.7	34.6	18.7
28.8	23.0	15.7	33.5	15.0
30.8	24.5	17.2	34.0	16.8
31.2	26.4	19.2	36.4	17.8
29.6	23.6	15.0	30.6	15.1
30.4	25.0	17.1	33.5	16.4
33.1	26.9	19.2	36.1	18.8
28.5	24.1	15.5	32.0	14.8
30.8	25.5	17.3	34.0	16.8
31.3	27.0	18.9	35.0	18.1
29.5	23.4	16.0	33.5	14.5
30.4	25.2	17.4	34.2	16.3

Bootes.

A. = $11^h 15^m$, E. = $12^h 30^m$

ε gelblich	34 röthlich	σ	ρ röthlich	γ
55.7	16.5	19.0	28.5	34.2
50.0	13.0	14.9	25.4	30.6
52.8	14.7	16.9	26.9	32.4
52.0	16.6	18.7	28.8	36.1
49.0	13.6	16.0	24.5	31.6
50.5	15.1	17.3	26.6	33.8
53.0	17.1	18.7	27.9	36.1
51.0	14.5	14.4	25.2	31.5
52.0	15.8	16.5	26.5	33.8
50.0	16.9	19.6	28.5	35.0
48.0	13.2	13.3	24.2	31.9
49.0	15.0	16.4	26.3	33.4

17. April. (Sehr klar.)

Canes venatici.

A. = $9^h 45^m$, E. = $11^h 45^m$

8 gelb	14	(15.17)	11*H.*	20	17*H.*	25	23*H.* röthlich
23.4	15.0	11.7	17.8	19.2	17.7	17.5	18.5
21.6	12.5	8.4	14.2	16.1	14.5	15.7	15.4
22.5	13.7	10.0	16.0	17.6	16.1	16.6	16.9
22.4	14.7	11.6	16.8	19.0	16.3	18.3	18.2
19.7	11.6	8.1	15.0	16.0	13.6	14.0	15.1
21.0	13.1	9.8	15.9	17.5	14.9	16.1	16.6
23.2	14.8	11.3	16.7	18.3	16.5	18.1	18.7
20.1	11.0	8.4	13.8	16.0	12.9	14.3	14.6
21.6	12.9	9.8	15.2	17.1	14.7	16.2	16.6
21.8	14.8	11.5	16.5	18.4	16.8	17.8	18.2
19.1	11.5	8.1	13.5	15.7	13.4	15.2	14.9
20.4	13.1	9.8	15.0	17.0	15.1	16.5	16.5

A. = 12h 20m, E. = 13h 0m

Bootes. β röthlich	Bootes. δ	Corona. ϑ	Bootes. β	Bootes. δ	Corona. ϑ
30.9	31.1	22.0	26.3	29.3	21.8
29.6	30.1	19.0	23.0	26.7	18.3
30.2	30.6	20.5	24.6	28.0	20.0
30.9	30.9	21.0	30.9	29.4	20.7
28.1	28.1	18.6	25.3	26.5	17.3
29.5	29.5	19.8	28.1	27.9	19.0

Die Beobachtungen v. β Bootes zeigen einen störenden Einfluss; wahrscheinlich feine Cirri, die sich auch später dem blossen Auge in N. W. zeigten.

Lyra.

A. = 13h 20m, E. = 13h 27m

β	γ
26.9	30.8
24.0	27.8
25.4	29.3
28.6	34.9
25.3	27.9
26.9	31.4

18. April. (Sehr klar und windstill.)

Grosses Objectiv (No. II.)

Canes venatici.

A. = 11h 0m, E. = 11h 30m

8 röthlich	6	5H	2H
21.0	15.7	12.6	15.3
18.7	12.4	9.0	12.3
19.8	14.0	10.8	13.8
21.4	15.3	12.6	15.5
17.8	12.1	9.3	13.0
19.6	13.7	10.9	14.2

Bootes.

A. = 12h 0m, E. = 12h 20m

σ	ψ orange	b	ω	c
19.3	19.9	11.9	17.3	16.5
16.6	16.0	9.8	14.9	12.6
17.9	17.9	10.8	16.1	14.5
19.0	19.8	11.5	Wegen Wolken u. Nebel unterbrochen.	
15.5	16.0	8.2		
17.2	17.9	9.8		

1. Mai. (Sehr klar. Mondschein. Windig, N.O.)

Grosses Objectiv (No. II.)

Canes venatici.

A. = 10h 20m, E. = 10h 50m.

8 röthlich	6	5H	2H
21.0	15.7	13.1	15.5
21.0	14.3	12.0	14.4
21.0	15.0	12.5	14.9
21.5	15.8	13.1	16.7
21.8	14.6	11.7	14.7
21.6	15.2	12.4	15.7

Lyra.

Kleines Object.

A. = 12h 15m, E. = 12h 18m.

β	γ
16.0	20.1
14.7	18.5
15.3	19.3

Bootes.

A. = 11h 15m, E. = 12h 0m

σ	ψ röthlich	b	ω gelb	c
20.7	20.3	11.8	17.8	16.2
18.5	19.0	10.1	17.3	14.8
19.6	19.6	10.9	17.5	15.5
20.0	19.7	12.1	17.4	15.5
18.5	18.7	10.4	17.4	14.3
19.2	19.2	11.2	17.4	14.9
20.1	19.9	11.7	17.4	15.7
18.3	18.8	10.8	17.4	14.8
19.2	19.4	11.2	17.4	15.2

A = 12h 45m, E = 13h 20m

Bootes.		Corona.			
δ	β	α	γ	δ	ε
18.9	16.3	31.0	15.6	12.2	14.4
17.7	16.5	30.8	14.4	10.5	13.4
18.3	16.4	30.9	15.0	11.3	13.9
18.1	16.6	32.4	15.0	11.9	14.5
17.3	14.3	29.8	14.0	10.3	12.5
17.7	15.4	31.1	14.5	11.1	13.5

15. Mai. (Sehr klar.)

Corona.

A. = 11h 35m, E = 12h 15m

δ	β	α	γ	δ	ε
17.3	16.0	27.8	13.6	10.6	13.3
16.1	14.3	27.0	13.0	9.1	12.1
16.7	15.1	27.4	13.3	9.8	12.7
18.0	16.4	31.5	14.0	11.2	12.8
16.6	15.6	27.1	13.3	9.3	12.7
17.3	16.0	29.3	13.6	10.2	12.7

Diese Gruppe von Beobachtungen folgt, wie man sieht, in der Zeit nach der kommenden.

A. = 10h 25m, E. = 11h 20m

Corona.	Bootes.	Corona.	Bootes.		Hercules.		
ϑ	μ	ζ	ν	χ	υ	φ	τ
12.1	12.1	10.7	9.5	11.0	10.6	12.3	13.8
10.6	11.1	9.5	7.5	9.8	9.0	10.3	13.4
11.3	11.6	10.1	8.5	10.4	9.8	11.3	13.6
12.6	12.6	10.9	10.2	10.5	11.5	11.9	13.4
11.3	10.8	9.6	8.1	9.1	8.3	10.8	12.2
11.9	11.7	10.2	9.1	9.8	9.9	11.3	12.8

Lyra.

A. = 12h 30m, E. = 12h 35m

β	γ
14.8	18.0
13.3	16.5
14.0	17.2

Wegen Nebel unterbrochen.

4. Juni. (Sehr klar. Windstill. Vollmond.)

A. = $11^h 0^m$, E. = $11^h 20^m$

Arctur.	**Wega.**	**Arctur.**	**Wega.**
25.4	24.0	24.8	22.1
24.6	21.7	21.5	21.7
25.0	22.8	23.1	21.9
27.3	24.6	25.3	24.5
23.0	20.0	23.5	21.5
25.1	22.3	24.4	23.0

Lyra.

A. = $11^h 40^m$, E. = $11^h 50^m$

β	γ
25.8	31.3
23.0	28.8
24.4	30.0
25.0	32.4
24.0	28.1
24.5	30.2

Hercules.

A. = $12^h 0^m$, E. = $12^h 40^m$.

η gelblich	π röthlich	ζ	ε	δ
30.5	37.3	43.5	24.4	33.6
29.1	35.4	40.3	23.0	32.4
29.8	36.3	41.9	23.7	33.0
31.2	37.4	43.0	24.3	37.1
28.3	33.6	40.6	22.2	32.0
29.7	35.5	41.8	23.2	34.5

Lyra.

A. = $12^h 40^m$, E. = $12^h 55^m$

β	γ
24.4	32.8
23.2	31.2
23.8	32.0
25.0	30.0
21.9	31.3
23.4	30.6

12. Juni.

Hercules.

A. = $10^h 55^m$, E. = $11^h 15^m$

τ	σ	η
14.4	13.5	18.3
13.8	11.7	16.0
14.1	12.6	17.1
14.8	13.3	17.5
12.3	11.2	16.2
13.5	12.2	16.8

Lyra.

A. = $11^h 25^m$, E. = $11^h 32^m$

β	γ
16.8	18.8
15.5	15.6
16.1	17.2
17.3	18.0
16.1	17.2
16.7	17.6

Hercules.

A. = $11^h 40^m$, E. = $11^h 15^m$

δ	μ	ξ	ν	ο	9
18.0	16.4	15.3	12.1	15.5	14.4
17.2	14.4	14.6	10.3	12.4	13.6
17.6	15.4	14.9	11.2	13.9	14.0
18.8	16.8	15.8	12.0	14.5	14.4
17.0	15.5	14.2	9.8	12.4	13.3
17.9	16.1	15.0	10.9	13.4	13.8

Lyra.

A. = $12^h 25^m$, E. = $12^h 33^m$

β gelblich	γ
16.7	18.2
16.1	15.6
16.4	16.9
17.0	18.3
15.2	16.3
16.1	17.3

10. Juli. (Anfangs in der Nähe des Horizontes leichte Wolkenbildung. Später klar. Wind N.O.

Kleines Objectiv,

Lyra. A. = 10^h 45^m, E. = 11^h 48^m		**Hercules.**		**Draco.** A. = 11^h 6^m, E. = 11^h 47^m			
β	γ	π röthlich	l	γ röthlich	β	ν	ζ
18.0	20.9	25.0	16.4	39.5	27.9	13.1	16.9
20.0	22.0	25.3	16.3	40.8	29.0	14.1	17.7
19.0	21.4	25.1	16.3	40.1	28.4	13.6	17.3
18.6	20.5	24.0	15.3	38.0	27.1	12.5	17.3
19.0	21.5	25.2	16.3	38.5	28.4	14.3	17.7
18.8	21.0	24.6	15.8	38.2	27.7	13.4	17.5

A. = 12^h 0^m, E. = 12^h 25^m

Hercules.		**Lyra.**		**Hercules.**		**Lyra.**	
o	γ	ζ	δ	o	γ	ζ	δ
15.4	20.1	13.7	14.4	15.5	21.5	13.3	13.8
16.6	20.5	14.3	13.5	15.6	20.8	14.4	14.2
16.0	20.3	14.0	13.9	15.5	21.1	13.8	14.0

15. Juli. (Sehr klar.)

Kleines Objectiv.

Lyra. A. = 11^h 55^m, E. = 12^h 6^m		**Lyra.** A. = 12^h 20^m, E. = 13^h 10^m			**Cygnus.**			
β	γ	δ	θ	η	η	δ	γ orange	ε
20.3	20.0	12.7	11.6	11.3	15.3	23.5	35.1	32.2
19.7	20.4	14.2	12.5	11.6	16.3	24.8	34.1	31.9
20.0	20.2	13.4	12.0	11.4	15.8	24.1	34.6	32.0
19.5	20.2	12.7	12.1	10.2	14.5	22.3	34.6	30.1
21.4	19.5	13.3	12.8	12.3	15.0	24.0	34.4	31.0
20.4	19.8	13.0	12.4	11.2	14.7	23.1	34.5	30.5

17. Juli. (Sehr klar.)

Kleines Objectiv,

Lyra. A. = 11^h 43^m, E. = 12^h 5^m		**Lyra.** A. = 12^h 10^m, E. = 12^h 40^m			**Cygnus.**			
β	γ	δ	θ	η	η	δ	γ orange	ε
21.3	23.7	14.1	13.3	13.6	14.8	26.5	38.8	33.8
20.4	23.8	15.9	13.7	13.3	16.8	27.3	40.1	35.6
20.8	23.7	15.0	13.5	13.4	15.8	26.9	39.4	34.7
19.5	22.7							
20.5	23.3							
20.0	23.0							

18. August. (Sehr klar. Wind S.W.)

Heut kam zum ersten Male das Colorimeter in Anwendung; es sind indessen die Angaben der colorimetrischen Messungen fortgelassen, da man dieselben oben ausführlich zusammengestellt findet.

Lyra.
A. = 10h 35m, E. = 10h 45m

β	γ
7.8	8.6
11.0	12.0
9.4	10.3
8.1	9.0
11.5	12.0
9.8	10.5

Delphinus.
A. = 10h 55m, E. = 11h 30m

α	β	γ	δ	ε
13.5	21.6	20.5	20.0	17.4
17.3	24.5	23.0	21.0	19.6
15.4	23.0	21.7	20.5	18.5
12.9	21.5	19.0	19.2	16.8
17.8	23.7	22.0	21.0	19.7
15.3	22.6	20.5	20.1	18.2

Es war bei diesen und den folgenden Beobachtungen ein kleineres Diaphragma zur Erzeugung der künstlichen Sterne vorgesetzt.

Cygnus.

ε	ζ	μ
45.0	28.6	14.0
50.0	30.1	18.5
47.5	29.3	16.2
45.7	30.0	13.6
51.2	32.6	18.2
48.4	31.3	15.9

A. = 11h 45m, E. = 12h 16m

Pegasus.

κ	ι
15.5	21.1
21.7	24.1
18.6	22.6
17.4	20.7
20.8	23.7
19.1	22.2

A. = 12h 40m, E. = 12h 50m

Perseus.

β	κ
45.0	19.4
51.3	22.7
48.1	21.0
45.8	19.1
53.6	22.5
49.7	20.8

Wegen Nebel und Wolken unterbrochen.

---

20. August. (Sehr klar. Wind S.W.)

A. = 10h 5m, E. = 10h 25m

Wega.	**Deneb.**	**Atair.**
27.8	14.0	17.1
29.5	18.0	20.0
28.6	16.0	18.5
26.8	14.4	17.0
30.1	17.5	19.1
28.4	15.9	18.0

Lyra.
A. = 10h 45m, E. = 10h 53m

β	γ
22.0	32.1
22.7	34.3
22.3	33.2
21.0	31.3
22.3	31.0
21.6	31.1

Delphinus.
A. = 11h 20m, E. = 11h 30m

α	β	γ	δ	ε
16.3	27.2	22.6	22.8	20.3
18.5	27.1	25.1	24.4	21.2
17.4	27.1	23.8	23.6	20.7

Wegen Nebel unterbrochen.

23. August. (Sehr klar.)

Das Photometer hatte ein schwach grünlich gefärbtes Objectiv erhalten.

Cassiopeja.

A. = 12h 10m, E. = 12h 20m

β	γ	δ	ε
22.2	22.3	17.5	13.2
21.0	21.3	15.4	11.5
21.6	21.8	16.4	12.3

Wegen Wolken unterbrochen.

---

28. August. (Mondschein. Wind S.S.W. Sehr klar.)

Beim Sonnenuntergang Cirro-stratus, welche sich aber später vollständig auflösten.

Lyra.

A. = 8h 30m, E. = 8h 40m

β	γ	β	γ
22.9	24.2	24.3	24.3
20.3	22.2	21.2	21.2
21.6	23.2	22.7	22.7

Wegen feiner Cirri unterbrochen, die jedoch die Beobachtungen in keiner Weise gestört hatten, da sie in scharf abgegrenzter Masse heraufzogen.

---

9. September. (Wind N.W. Sehr klar.)

Grosses Diaphragma zur Erzeugung der künstlichen Sterne.

Lyra.

A. = 9h 50m, E. = 10h 0m

β	γ	β	γ
9.9	10.9	9.6	11.2
8.4	9.1	8.4	8.7
9.1	10.0	9.0	10.0

Cassiopeja.

A. = 11h 45m, E. = 12h 5m

β	γ	δ	ε
20.1	20.0	15.6	8.6
18.5	19.0	14.3	9.7
19.2	19.5	14.9	9.1
19.0	21.5		
18.0	21.2		
18.5	21.3		

---

11. September. (Sehr klar und windstill.) Kleines Diaphragma.

Lyra.

A. = 9h 40m, E. = 9h 54m

β	γ
33.2	32.2
33.6	32.6
33.4	32.4
33.1	31.4
31.2	32.0
32.1	31.7

Cygnus.

A. = 10h 9m, E. = 11h 5m

ρ (orange)	σ	τ	υ	ξ (orange)	ν
24.2	21.9	28.3	19.1	29.8	24.6
23.8	19.4	28.2	18.5	30.0	22.5
24.0	20.7	28.2	18.8	29.9	23.5
25.0	22.3	29.0	19.5	29.5	23.8
24.5	20.1	26.0	20.3	29.0	25.2
24.7	21.2	27.5	19.9	29.2	24.5

Andromeda.

A. = $11^h 24^m$, E. = $11^h 45^m$

λ	κ	ι	ο	λ	κ	ι	ο
25.4	22.0	20.5	27.1	26.0	21.7	20.0	26.9
23.8	20.5	19.0	26.0	24.3	19.0	19.0	25.5
24.6	21.2	19.7	26.5	25.1	20.3	19.5	26.2

---

12. September. (Sehr klar und windstill.)

Kleines Diaphragma; kleines Objectiv.

A. = $8^h 10^m$, E. = $8^h 19^m$ (Lyra, Cepheus); A. = $11^h 0^m$, E. = $11^h 29^m$ (Draco)

Lyra. β	Lyra. γ	Cepheus. α orange	Cepheus. β	Draco. δ orange	Draco. φ	Draco. χ	Draco. ψ
29.9	30.7	47.0	33.5	35.2	20.5	28.5	18.9
28.3	30.9	44.5	31.5	33.2	18.0	26.0	17.0
29.1	30.8	45.7	32.5	34.2	19.2	27.2	17.9
30.2	32.3	47.5	32.5	35.7	20.3	27.4	18.8
27.6	29.5	46.8	30.2	35.2	17.7	27.1	16.7
28.9	30.9	47.1	31.3	35.4	19.0	27.2	17.7

A. = $11^h 45^m$, E. = $12^h 25^m$

Cassiopeja. ϑ	Perseus. 51	Perseus. φ	Andromeda. φ	Andromeda. ξ	Andromeda. ω
33.7	40.0	49.0	35.2	27.8	28.5
29.5	36.2	49.2	30.2	23.0	23.3
31.6	38.1	49.1	32.7	25.4	25.9
34.7	39.8	50.2	37.2	27.2	28.0
31.0	39.5	47.5	28.5	24.1	22.9
32.8	39.7	48.8	32.8	25.6	25.4

---

14. September. (Sehr klar und windstill.)

Grosses Objectiv. Kleines Diaphragma.

Lyra. A. = $8^h 57^m$, E. = $9^h 8^m$

Cygnus. A. = $9^h 18^m$, E. = $9^h 55^m$

Lyra. β	Lyra. γ	Cygnus. o^1	Cygnus. o^2 röthlich	Cygnus. c	Cygnus. ϑ	Cygnus. ι	Cygnus. κ
37.5	64.0	47.6	41.8	20.8	32.4	45.2	45.9
34.0	62.0	43.0	41.0	18.0	30.0	42.0	42.0
35.7	63.0	45.3	41.4	19.4	31.2	43.6	43.9
38.0	62.5	46.1	45.0	21.2	33.5	44.3	48.0
34.0	61.9	46.0	41.5	15.5	29.1	42.3	45.0
36.0	62.2	46.1	43.2	18.3	31.3	43.3	46.5

Wegen Wolken unterbrochen.

---

24. September. (Sehr klar. Wind S.S.O. Mondschein.)

A = 6h 40m, E = 6h 48m — **Lyra.**

β	γ
51.0	50.0
48.5	51.0
49.7	50.5
54.3	48.0
48.0	51.2
51.1	49.2

A. = 8h 0m, E. = 8h 26m — **Draco.**

o	c	d	b
25.2	20.4	23.1	20.5
24.0	17.5	20.1	17.5
24.6	18.9	21.6	19.0
27.1	20.0	23.8	21.3
24.0	18.2	21.0	18.0
25.5	19.1	22.4	19.6

Cygnus.

A. = 8h 45m, E = 9h 30m

P	36	35	b^3	b^2	b^1
22.0	16.0	19.0	21.3	20.6	17.0
19.4	13.9	17.4	19.3	17.5	15.6
20.7	14.9	18.2	20.3	19.0	16.3
22.5	14.9	20.0	20.0	19.0	18.0
20.0	12.7	16.7	19.8	18.0	16.0
21.2	13.8	18.3	19.9	18.5	17.0

---

27. September. (Sehr klar und windstill. Mondschein.)

Grosses Objectiv. Kleines Diaphragma.

A. = 6h 37m, E. = 6h 47m — **Lyra.**

β	γ
31.7	48.2
29.5	47.0
30.6	47.6
34.0	47.5
29.8	51.5
31.9	49.5

A. = 9h 20m, E. = 10h 5m — **Cassiopeja.**

κ	β	α röthlich	γ	δ	ε
19.0	46.4	50.8	50.0	35.0	25.2
16.0	43.3	45.3	45.3	32.8	22.5
17.5	44.8	48.0	47.6	33.9	23.8
18.4	44.8	50.3	48.5	38.0	25.2
15.6	41.0	47.5	48.0	31.0	23.0
17.0	42.9	48.9	48.2	34.5	24.1

Kl. Obj. Gr. Diaphr.

A. 10h 40m, E. 10h 46m — **Perseus.**

δ	β
29.8	46.7
28.0	45.0
28.9	45.8
29.5	48.7
27.2	47.0
28.3	47.8

---

28. September. (Sehr klar.)

Grosses Objectiv. Kleines Diaphragma.

A = 6h 30m, E = 6h 37m

Lyra.

β	γ	β	γ
27.3	39.5	27.0	41.0
27.0	38.0	27.0	37.0
27.1	38.7	27.0	39.0

31. October. (Sehr klar.)

Kleines Objectiv. Grosses Diaphragma.

A. = 5h 40m, E. = 5h 50m

Lyra.

β	γ	β	γ
13.0	13.4	13.1	14.0
11.0	12.0	11.5	12.5
12.0	12.7	12.3	13.2

Erläuterungen zu den Figurentafeln.

Tafel I.

Fig. 1.

Schematische Darstellung des Princips der Construction. AB ist ein Fernrohr mit der Objectivlinse L und der Ocularlinse l. s ist eine planparallele und durchsichtige Spiegelplatte, welche einem in o befindlichen Auge die feine und durch eine Lichtquelle Q erleuchtete Oeffnung a in der Richtung der Axe bei a' erscheinen lässt. Das Spiegelbild erscheint durch Reflexion von der Vorder- und Hinterfläche der Glasplatte doppelt. Es lässt sich die Objectivlinse L in der Richtung der Axe verschieben, so dass der Vereinigungspunkt der einfallenden Strahlen (b) mit dem Bildpunkte der reflectirten Strahlen (a') in gleiche Entfernung vom Ocular gebracht werden kann.

Fig. 2.

Verticaler Durchschnitt der wesentlichsten Theile des Photometers. n', n'' und n''' sind Nicol'sche Prismen, welche ein bei a eintretendes, feines Strahlenbündel zu passiren hat, ehe es von der Glasplatte S in die Axe des Instrumentes reflectirt wird. q ist eine senkrecht zur Axe geschliffene Bergkrystallplatte. Vermittelst des Schraubenkopfes PP' lässt sich das Prima n' um seine horizontale Axe drehen, und diese Drehung an dem in 100 Theile getheilten Kreise cc' mit Hülfe der Jndices ii' ablesen. Durch alleinige Drehung des Prisma's n' vermittelst des Schraubenkopfes PP' wird die Farbe und Intensität, durch gleichzeitige Drehung der Prismen n' und n'' vermittelst der Handhaben FF' nur die Intensität des bei a einfallenden Strahlenbündels geändert. l ist eine Concavlinse von sehr kurzer Brennweite, um einerseits die feine Oeffnung zu verkleinern und andrerseits das Bild derselben der Spiegelplatte S möglichst nahe zu rücken.

Anmerkung. Wie man sieht, liegt bei der beschriebenen Einrichtung das Bild des künstlichen Sterns stets hinter der Glasplatte S, so dass sich das Ocular nur bis auf eine gewisse Entfernung diesem Bilde nähern lässt und hierdurch eine nur beschränkte Vergrösserung des Apparates bedingt ist. Wie im Vorstehenden gezeigt worden ist, reicht diese Einrichtung mit Anwendung des Objectivs No. II. vollkommen aus, um noch Helligkeit und Farbe der Sterne 6. Grösse bequem zu bestimmen. — Um indessen das Photometer auch auf die schwächsten Sterne anwenden und eine jede beliebige Vergrösserung damit vereinigen zu können, habe ich folgende unbedeutende Abänderungen angebracht, von deren Zweckmässigkeit ich mich bereits durch Versuche überzeugt habe. An Stelle der Concavlinse l ist eine Convexlinse von c. 30—40^{mm} Brennweite befestigt. Hierdurch wird ein optisches Bild der feinen Oeffnung a vor der Glasplatte S erzeugt, und es kann nun dieses Bild in Gemeinschaft mit den Bildern der natürlichen Sterne wie in einem gewöhnlichen Fernrohre durch ein Ocular von beliebiger Brennweite betrachtet werden. Wendet man bei dieser Einrichtung ein einfaches Ocular an, so haben die Lichtstrahlen dieselbe Anzahl von absorbirenden Medien (Objectiv, planparallele Glasplatte, Ocular) zu passiren, wie in einem jeden astronomischen Fernrohr, und es steht daher der Anwendung dieses Photometers auf die schwächsten, überhaupt nur mit unsern optischen Hülfsmitteln sichtbaren Gestirne durchaus nichts hindernd im Wege. — Damit hierbei die feine Oeffnung noch vollkommen sternartig erscheine, ist das Rohr, welches das Prisma n' enthält, um etwa 9 Centimeter verlängert und erst am Ende dieser Oeffnung befindet sich die fragliche Oeffnung. Dem entsprechend ist auch die Gaslampe durch eine seitliche Verlängerung der oberen Platte des Untersatzes von dem Photometer um dieselbe Grösse verrückt. Ausserdem ist im Innern der verlängerten und sorgfältig geschwärzten Röhre, in etwa 4 Centimeter Abstand von der feinen

Oeffnung eine stark gekrümmte Concavlinse angebracht, welche den Durchmesser der Oeffnung verkleinert. Um das Gleichgewicht des ganzen Apparates bei dieser Einrichtung herzustellen, ist an der horizontalen Axe des Instruments zwischen dem Stativ und dem Kreise *KK'* ein Hebel mit verschiebbarem Bleigewicht angebracht. Hierdurch kann man für verschieden lange Objectivröhren, welche bei *B* aufgeschraubt werden, mit Leichtigkeit das erforderliche Gleichgewicht herstellen.

Tafel II.

Fig. 3.

Verticaler Durchschnitt des Untersatzes und des Apparates zur Herstellung einer constanten Lichtquelle. *A* und *B* zwei Platten von Birnbaumholz, von denen sich die obere um die verticale Axe *F* über der unteren vermittelst der Handhaben *JJ'* drehen lässt. *E* Gasleitungsrohr, welches durch das Kniestück *FK* mit dem Gummischlauch *G* und hierdurch mit der Ausströmungsöffnung *m* communicirt. α, β, γ sind Vertiefungen, in welchen das Photometer vermittelst der Stellschrauben befestigt werden kann. Bei der oben besprochenen Abänderung des Photometers hat die bewegliche Platte *A* seitlich einen Ansatz um die Gaslampe *MM'* etwas weiter vom Photometer zu entfernen.

Fig. 4.

Grundriss der unteren Platte des Untersatzes. *E* Communicationsrohr für den Gaszufluss, *D* für den Zufluss der Luft.

Tafel III.

Fig. 5.

Apparat zur Prüfung des Photometers an künstlichen Sternen. *A* ein im Innern geschwärztes Papprohr. *C* eine durch eine Kapsel verschliessbare Oeffnung, der gegenüber sich im Innern der Röhre eine gegen die Axe derselben um 45° geneigte Glasplatte befindet. *D* ein System von zwei Nicol'schen Prismen *nn'*, von denen *n'* unbeweglich und *n* vermittelst des Schraubenkopfes um seine horizontale Axe drehbar ist. *G* eine Gaslampe, deren Flamme durch ein Fernrohr mit Fadenkreuz controllirt und stets auf constanter Höhe erhalten werden kann. Bei den Versuchen stand diese Flamme jedoch dem Systeme der Nicol'schen Prismen näher als dies auf der Zeichnung angegeben ist. Ebenso war es zweckmässiger, die Messingplatte mit der feinen Oeffnung, welche erleuchtet als künstlicher Stern erschien, nicht in der Kapsel *B* der Papprõhre *A* zu befestigen, sondern an dem der Flamme zugelegenen Theil des Apparates *D* mit den Prismen.

Fig. 6.

Horizontaler Durchschnitt der Papprõhre *A*. *S* eine durchsichtige planparallele Glasplatte. *p* eine matt geschliffene blaue Glasplatte. *F* die Kapsel zum Verschliessen der Oeffnung *c*.

Tafel IV.

Totalansicht des Photometers nach einer Photographie. Man sieht bei der Gaslampe seitlich eine kleine Vorrichtung, durch welche vermittelst einer Schraube und Triebstange die Gaslampe mit dem controllirenden Fernrohr höher und niedriger gestellt werden kann.

Tafel V.

Intensitätscurve nach den auf pag. 44 angeführten Werthen der Intensitätstabelle construirt.

Buchdruckerei von Gustav Lange in Berlin, Friedrichsstrasse 103.

Taf. I.

Fig. 1.



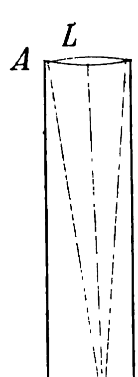
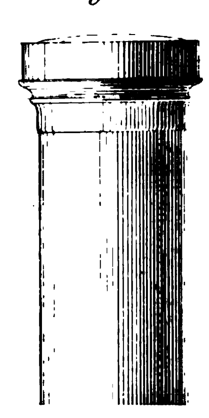
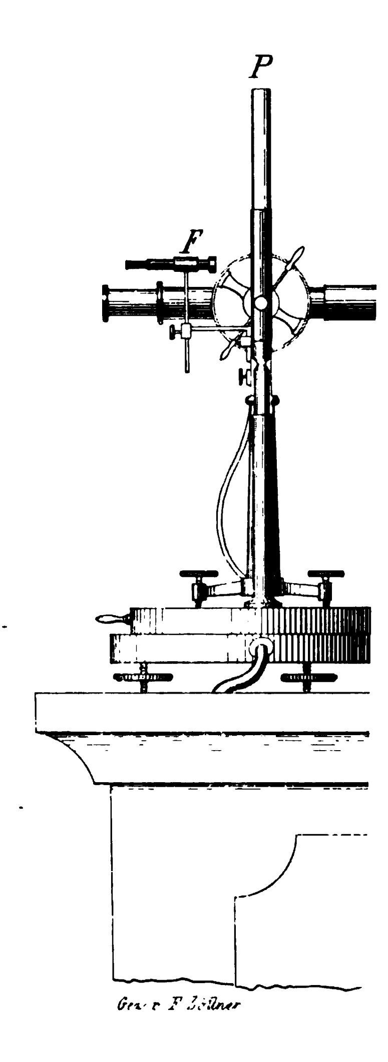


Fig. 2.

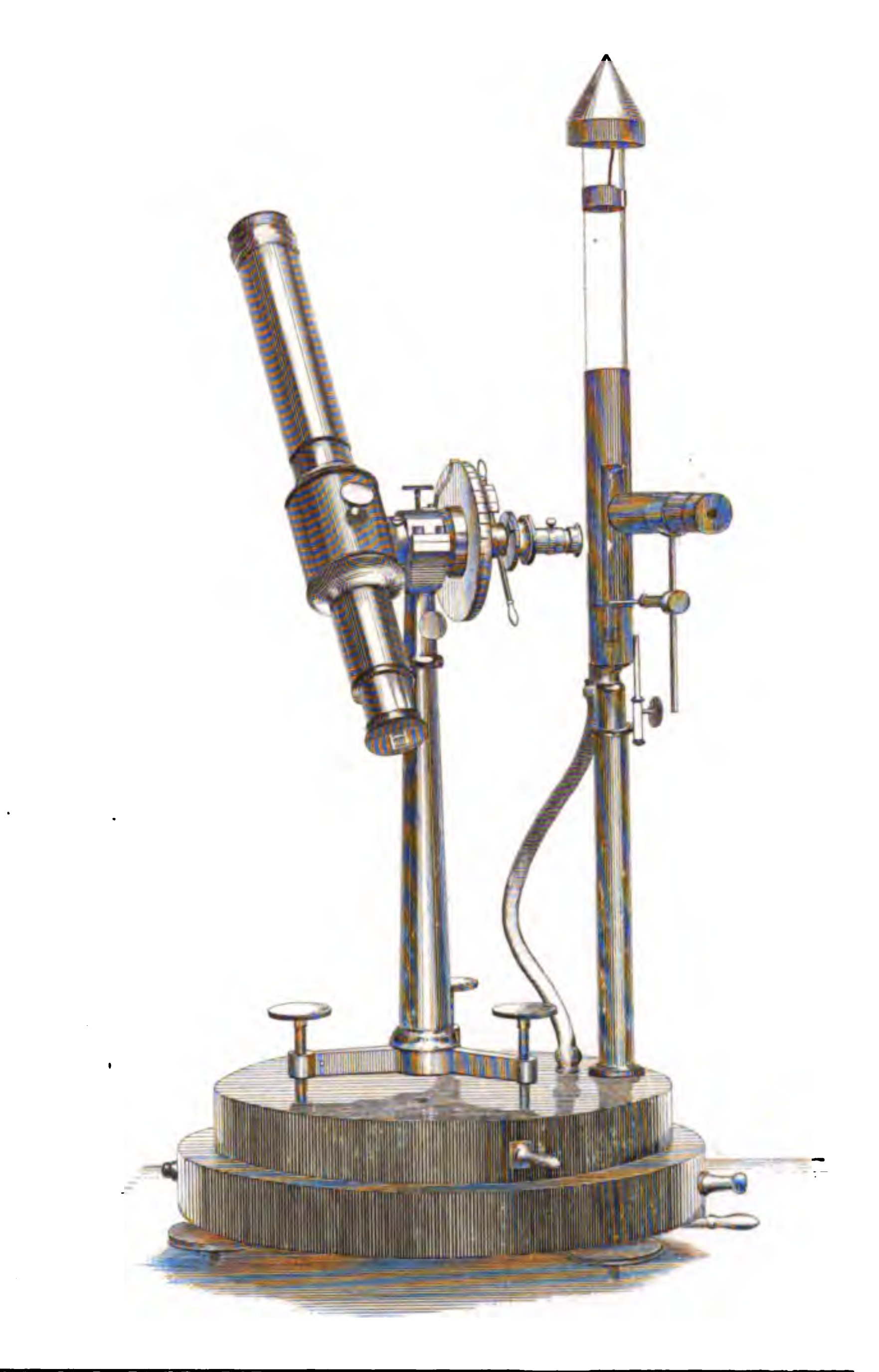


Taf. II

O


P
F

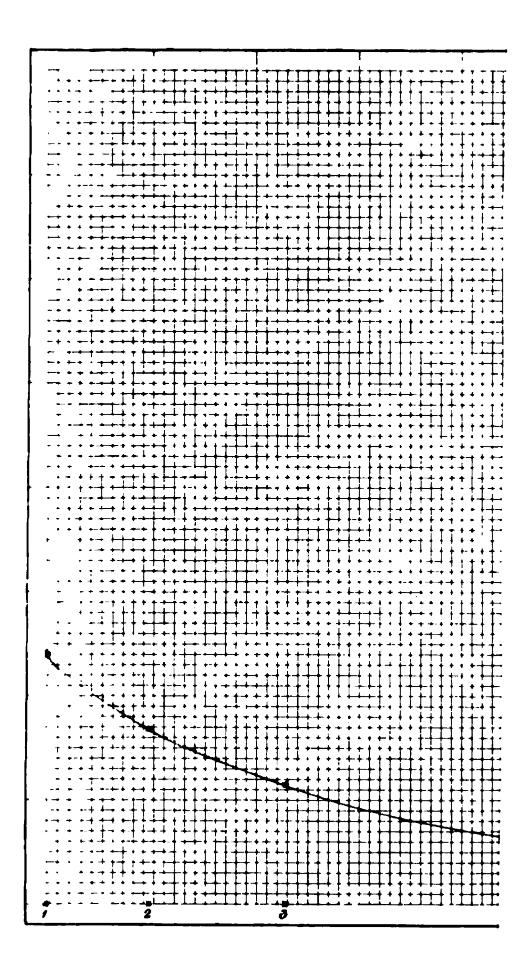
Taf. IV.



Stich u. Druck v. J. Hennefuss

Totalansicht des Photometers nach einer Photographie.

Verlag von Mitscher & Röstell


1
2
3

